

2.

A természettudományos gondolkodás online diagnosztikus értékelése

Nagy Lászlóné

Szegedi Tudományegyetem Biológiai Szakmódszertani Csoport

Korom Erzsébet

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet

Pásztor Attila

MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport

Veres Gábor

Közgazdasági Politechnikum Alternatív Gimnázium és Szakközépiskola, Budapest

B. Németh Mária

MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport

A gondolkodási képességek szinte bármely természettudományos tartalomon fejleszthetők és vizsgálhatók, kezdetben manipulatív és képi megjelenítéssel, később formális tartalmakon keresztül is. Ebben a fejezetben a gondolkodási képességek fejlettségének természettudományos tartalmakon való diagnosztizálásához adunk támpontokat, követve a természettudományok tanulása szempontjából kiemelkedő fontosságú gondolkodási műveletek, képességek körét, és utalunk a fejlesztés lehetőségeire is.

2.1. A gondolkodási képességek mérésének elméleti kerete

Az általános gondolkodási képességek és a természettudományos gondolkodás között szoros összefüggés van. A természettudományok tanulásához, a természettudományos feladatok, problémák megoldásához szükséges a gondolkodási műveletek megfelelő szintű fejlettsége, ugyanakkor a természettudományok tanulása visszahat a gondolkodás fejlődésére is. Ebben a részben röviden áttekintjük a gondolkodás összetevőinek rendszerezésére született legfontosabb modelleket, valamint kitérünk a gondolkodás és a természettudományos gondolkodás viszonyára.

2.1.1. A gondolkodás formái, összetevői

A gondolkodás egységes folyamat, azonban vizsgálatának, mérésének megkönnyítése miatt számos részfolyamatra, összetevőre bontják a kutatók. Az összetevőkből különböző rendszereket képeznek: „számos módja van annak, ahogy az a torta, amit gondolkodásnak nevezünk, felszeletelhető” (Adey és Csapó, 2012. 25. o.); általában egy-egy „szeletének” leírásával, fejlődésével, fejlesztésével és mérésével foglalkoznak a kutatások.

A felosztásnak egyik hagyományos módja a gondolkodás formáinak tulajdonságpárokkal (dichotómiák) való jellemzése (pl. kvantitatív-kvalitatív, konkrét-absztrakt, konvergens-divergens, holisztikus-analitikus, deduktív-induktív). A magasabb rendű gondolkodás a konkrét-absztrakt eset kivételével mindkét típust magában foglalja (Adey és Csapó, 2012).

A felosztás egy másik lehetséges módja a gondolkodási folyamatok struktúrájának figyelembevétele, amely szerint alapvető és magasabb rendű

gondolkodás különböztethető meg (Csapó, Csíkos, Korom, B. Németh, Black, Harrison, van Kampen és Finlayson, 2013). Az alapvető gondolkodási képességek struktúrája egyértelműen leírható, gyakran matematikai formában is megadható, egyes típusai a matematikaoktatás tárgyát is képezik (pl. osztályozás, sorbarendezés, logikai műveletek, kombinatorika, valószínűség és véletlenszerűség, arányossági gondolkodás). Egyértelmű struktúrájuk miatt vizsgálatuk hosszú időre nyúlik vissza. Fejlődésüket elsőként Piaget tanulmányozta, vizsgálati helyzeteiben gyakran természettudományos problémákat alkalmazott (Inhelder és Piaget, 1984). A tanulóknak például egyszerű mechanikai kísérleteket (pl. ingakísérlet) kellett végezniük, amelyekben azonosítaniuk kellett a releváns változókat és azok egymásra gyakorolt hatását. Ezt a típusú gondolkodást ezért a szakirodalom gyakran nevezi piaget-i gondolkodásnak (Carroll, 1993).

Az alapvető gondolkodási műveletek jól azonosíthatók a természettudományos feladatokban. A logikai operátorok („és”, „vagy”, „ha..., akkor” stb.), a deduktív gondolkodás műveletei elengedhetetlenek összetett állítások megfogalmazásához, a természettudományos szövegek megértéséhez és interpretálásához vagy az elvégzett kísérletek eredményei alapján a releváns következtetések megfogalmazásához (Vidákovich, 1998). A kutatási feladatokban gyakran dolgozunk változókkal, amelyek manipulációjához és kontrolljához a kombinatív gondolkodás műveleteinek hatékony használata szükséges. Az osztályba sorolás, a sorbarendezés műveletei megjelenhetnek a már elvégzett kísérletek, megfigyelési eredmények rendszerezésekor, a releváns következtetések megfogalmazásához pedig a logikai műveleteket kell mozgósítani. A valószínűség és a véletlenszerűség megértése központi szerepet tölt be számos természettudományos jelenség magyarázatában. A valószínűségi gondolkodás előfeltétele a korrelatív (Bán, 1998) és a statisztikai gondolkodásnak (Chance, 2002). A természettudományok tanulása során a tanulóknak térbeli, időbeli összefüggéseket kell értelmezniük, amihez elengedhetetlen a relációs gondolkodás. Két változó között az egyik leggyakoribb kapcsolat a lineáris összefüggés, melynek felismeréséhez a tanulóknak ismerniük kell az arány fogalmát. Az arányossági gondolkodás fejlesztéséhez kiváló terepet biztosíthatnak az olyan természettudományos feladatok, melyekben lineáris összefüggések jelennek meg.

A magasabb rendű gondolkodási képességek egyszerűbb gondolkodási képességekből szerveződnek; komplex struktúrával rendelkeznek, amely nehezebben megragadható, a matematika nyelvén kevésbé leírható. A magasabb

rendű gondolkodási képességek közé sorolható például az induktív, az analógiás, a kritikai gondolkodás, a problémamegoldás, a kreativitás és a divergens gondolkodás. Amit *Piaget* formális műveleteknek nevezett, megfeleltethető a magasabb rendű gondolkodási képességeknek (*Adey és Shayer, 1993*).

Az induktív gondolkodás kiemelkedő szerepet tölt be a természettudományos gondolkodásban, valamint a megismerési folyamatokban általában (*Csapó, 1994, 1998*). Az indukció során egyedi esetek megfigyeléséből jutunk el általános szabályok, értelmező modellek és hipotézisek megalkotásáig. Mérésére gyakran alkalmaznak olyan feladatokat (sorozatok, mátrixok, analógiák), amelyek a különböző intelligenciatesztekben is megjelennek, ezért az induktív gondolkodást a fluid intelligencia egyik meghatározó faktorának is tekintik (*Caroll, 1993*). A konstruktum egyik legrészletesebb modelljét *Klauer* (1989) dolgozta ki, szerinte az induktív gondolkodás során tulajdonságok és relációk hasonlóságait, illetve különbségeit ismerjük fel. Ez a modell jól alkalmazható fejlesztő programok tervezéséhez és megvalósításához is (*Klauer, 1996, 1997; Klauer és Phye, 1994, 2008; Molnár Gy., 2006a, 2011; Pásztor, 2014*).

Szintén egyedi megfigyelések és jelenségek között teremt kapcsolatot az analógiás gondolkodás, melynek során a tudásunkat új, azonban valamilyen szempontból hasonló kontextusban alkalmazzuk. Analógiás gondolkodás során a diákok kapcsolatot építenek ki a már ismert és megértett (forrás) és az új (cél) szituációk, struktúrák, kapcsolatok között, hogy az új fogalmat megértsék. Az analógiás gondolkodás nemcsak eszköze a tanulásnak, elengedhetetlen feltétele a már meglévő ismeretek új környezetben (pl. a tudomány egy másik területén vagy a hétköznapi életben) való alkalmazásának is.

A problémamegoldás nehezen definiálható képesség, számos értelmezése ismert (*Molnár Gy., 2006b*). A problémákat több szempont szerint is jellemezhetjük: lehetnek például egyszerűek és komplexek, jól és rosszul definiáltak, szemantikailag gazdagok vagy szegények. A természettudományok bővelkednek a különböző problématípusokban, amelyek megoldása során az információkat, adatokat gyakran különböző forrásokból kell összegyűjteni, rendszerezni, sőt gyakran első lépésként magát a problémát is definiálni kell. A terület jelentőségét mutatja, hogy az utóbbi időben a nagymintás felmérésekben (pl. PISA vagy NAEP) is egyre hangsúlyosabb a problémamegoldás vizsgálata.

A kritikai gondolkodás gyakran szükséges a tudományos vizsgálatok során, azonban a kiterjedt szakirodalom ellenére a képesség definiálása nehézségekbe ütközik (*Ennis, 1987; Molnár L., 1998; Adey és Csapó,*

2012). Általában részképességek halmazaként írják le, utalva komplexitására. „Ha azt keressük, mi jelenti a kritikai gondolkodás valódi többletét az összetevőiként felsoroltakhoz képest, akkor minden bizonnyal a gondolkodás folyamatának sajátos, célra irányuló egybeszervezéséhez jutunk. A kritikai gondolkodás folyamata mögött többnyire határozott kritikai attitűd áll, melynek lényege az adott információk, állítások, modellek, következtetési folyamatok stb. megkérdőjelezése.” (Adey és Csapó, 2012. 28. o.) A tudományos munka során gyakran szükséges a határozott kritikai attitűd, azonban a természettudományos oktatásban ez a terület még kiaknázatlan.

A kreativitás definiálása szintén nem könnyű feladat (Piffer, 2012; Pásztor, 2015), értelmezése attól függ, hogy milyen kontextusba helyezzük: elemzésünk irányulhat a kreativitást meghatározó kognitív képességekre, a kreatív személyre, a termékekre vagy a kreativitást elősegítő környezeti feltételekre is (Plucker és Renzulli, 1999). Nem kétséges azonban, hogy az új ötletek generálása, a meglévő tudáselemek közötti újszerű kapcsolatok felismerése a természettudományos megismerés alapvető attribútumai. A divergens gondolkodás az egyik legtöbbet kutatott területe a kreativitás mögött meghúzódó gondolkodási folyamatoknak, melynek lényege egy adott probléma minél több szempontú megközelítése, és ennek eredményeképpen számos újszerű és eredeti megoldás megtalálása. A különböző felfedező tevékenységekre építő természettudományos problémák alkalmas eszközei lehetnek a kreatív képességek fejlesztésének.

A gondolkodás alapvető és magasabb rendű formái nem függetlenek egymástól; az egyszerűbb műveletek megalapozzák a magasabb szintű gondolkodási folyamatokat. A természettudományok tanulásához, a természettudományos kutatáshoz az egyszerűbb és a komplexebb gondolkodási képességek mozgósítása egyaránt szükséges. A természettudományos gondolkodásra ezért gyakran úgy hivatkoznak, mint a gondolkodás legmagasabb szintű formájára.

2.1.2. A természettudományos gondolkodás jellemzői

A természettudományos gondolkodást (*scientific thinking*) gyakran értelmezik úgy, mint a gondolkodás specifikus típusát. Olyan mentális folyamatok összességét értik alatta, amelyeket akkor használunk, amikor valami-

lyen természettudományos tartalomról (pl. erő a fizikában, oldatok a kémiában, növények a biológiában) gondolkodunk, vagy valamilyen tipikus természettudományos tevékenységet végzünk (pl. vizsgálatot, kísérletet tervezünk, hajtunk végre) (Kuhn, 2002; Dunbar és Fugelsang, 2005). A természettudományos gondolkodás magában foglalja azt, amit Piaget (1964) formális műveleti gondolkodásnak vagy Lawson (1995) hipotetikus-deduktív gondolkodási mintázatoknak nevezett. A természettudományos gondolkodás kutatása abban különbözik a kogníció általános kutatásától, hogy azt a kutatói gondolkodást vizsgálja, amelynek természettudományos tartalma van, valamely természettudományos objektum, jelenség megismerésére, természettudományos probléma megoldására irányul.

A természettudományos gondolkodás nem szűkíthető le a tudományos megismerés módszereinek ismeretére, alkalmazására. Magában foglal számos olyan általános kognitív képességet, amit az emberek a nem-természettudományos területen is alkalmaznak, mint például az indukció, dedukció, analógia, problémamegoldás, oksági gondolkodás. Ezek műveleteinek tárgyalására a 2.2. alfejezetben kerül sor.

A természettudományos gondolkodás specifikus elemei a természettudományos tárgyú vizsgálatokhoz kötődnek: kérdések felvetése, problémák felismerése, világos megfogalmazása; releváns adatok, információk gyűjtése, értékelése; következtetések levonása, az eredmények objektív értékelése; az eredmények kommunikálása. Fejlődésük és diagnosztikus mérésük lehetőségeit a 2.3. alfejezet mutatja be.

2.2. A természettudományos gondolkodás kognitív műveleteinek fejlődése és online mérése az 1–6. évfolyamon

A gondolkodási képességek tárgyalásának jelen fejezetben követett logikájához a piaget-i tradíció kínálja a céljainkhoz leginkább illeszkedő megközelítést a mérések diagnosztikus orientációja, a fejlődési folyamatok megismerése és a vizsgált korosztály miatt. A méréssel lefedett kognitív műveletek körének kialakításakor elsősorban a Piaget (1970) által leírt fejlődési stádiumokat és az azokhoz kötött műveleteket vettük alapul, amelyeket kiegészítettünk Nagy József (1990) rendszerezési képességre és Klauer (1989) induktív gondolkodásra vonatkozó modelljével.

Nagy József (1990) a rendszerezési képesség műveleteit két nagy kategóriába osztja: viszonyítás (viszonyfelismerés, viszonyképzés) és fogalomképzés (általánosítás vagy halmazképzés, osztályozás, szabályképzés vagy definiálás). Rendszerében jól nyomon követhető a műveletek egymásra épülésének sorrendje, amit a relációtípusok jelölnek ki.

Klauer (1989) szerint az induktív gondolkodás lényege szabályszerűségek és rendellenességek felismerése. Rendszerét három szempont kategóriáinak egymásra vonatkoztatása alkotja: (1) hasonlóságok, különbségek, illetve együttesen megjelenő hasonlóságok és különbségek felismerése (2) tulajdonságok vagy relációk között, (3) verbális, képi, geometriai, számbeli vagy egyéb tartalmon. A három szempont kategóriáit kombinálva 30 (3 x 2 x 5) eset állítható elő. Ha az első két szempont kategóriáit kombináljuk, akkor az induktív gondolkodás hat alapstruktúráját kapjuk meg: általánosítás, diszkrimináció, többszempontú osztályozás, kapcsolatok felismerése, kapcsolatok megkülönböztetése, rendszeralkotás.

A tartalmi keret kidolgozásakor felhasználtuk a nemzetközi vizsgálatok eredményeit (Adey és Shayer, 1993; Brown, Nagashima, Fu, Timms és Wilson, 2010; Brown, Furtak, Timms, Nagashima és Wilson, 2010) és az eddigi hazai mérési tapasztalatokat. Az általános gondolkodási képességek közül az induktív (Csapó, 1994, 1998, 2001a; Molnár Gy., 2006a, 2011; Csapó és Molnár Gy., 2012; Pásztor, 2014), deduktív (Vidákovich, 1998), kombinatív (Csapó, 1988, 2001b), korrelatív (Bán, 1998) és analógiás gondolkodás (Nagy L.-né, 2006a), valamint a rendszerezési képesség (Nagy J., 1990, 2003) vizsgálatának eredményeit.

2.2.1. A kognitív műveletek fejlődése

A gyermekek értelmi képességeinek fejlődése összekapcsolódik személyiségük egyéb összetevőinek változásával. A különböző életkori szakaszokban eltérő a tanulók érdeklődése, másként gondolkodnak, különbözőképpen cselekednek, és másféle a valósághoz való viszonyuk (Piaget, 1970). A kognitív fejlődés ütemében jelentős egyéni eltérések lehetnek (Csapó, 2001a, 2001b, 2003), ezért az életkori szakaszok határai nem merevek. Az 1–6. évfolyamot a tartalmi keretekben egységes fejlődési folyamatnak tekintjük, a gondolkodási képességek fejlettségének szintjét empirikus adatok hiányában nem rendeljük hozzá a három életkori szakaszhoz. A gondolkodás fejlődésének értel-

mezéséhez és a gondolkodási műveletek vizsgálatához azonban alapul vesz-
szük a fejlődéslélektanból ismert pszichológiai jellemzőket, és elsősorban az
1–4. és az 5–6. évfolyam között teszünk különbséget.

Az 1–6. évfolyamos korosztályt a *Piaget* (1970) által leírt szakaszok sze-
rint alapvetően a konkrét műveletek jellemzik, de az 5–6. évfolyamon meg-
jelenhetnek a következő szakaszt jellemző formális műveletek is. Az 1–4.
évfolyamos tanulókat a tapasztalatokhoz kötött konkrét műveletek és a rugal-
masság hiánya jellemzi. A konkrét fogalmi jegyek ismerete dominál, de képe-
sek a fogalmak alá-, fölé- és mellérendeltségi viszonyait, vagyis a fogalmak
hierarchikus rendjét megérteni és a fogalmakat rendszerbe helyezni. A gya-
korlati feladatmegoldásukra jellemző az előzetes tájékozódás hiánya (vagy
elég rövid ideig tart az előzetes tájékozódás), a próbálkozó-kereső jellegű
tevékenység, az összefüggések hiánya, a cselekvés tervszerűtlensége, a gon-
dolkodtató problémák kikerülése, a látszatomegoldásokkal való megelégedés.
Az 5–6. évfolyamos gyerekek logikus gondolkodása ugrásszerűen fejlődik,
ami párosul az érdeklődés kitágulásával. Ez az életkor a nagy gyűjtőszenvé-
délyek korszaka. 10 éves kor körül kialakul az önálló kritikai képességük,
kezdenek kritikussá válni környezetükkel szemben.

A természettudományos gondolkodás elemeit az oktatás kezdetétől lehet
fejleszteni. Nagy szerepet játszik ebben az időszakban a közvetlen tapaszt-
alat, a dolgok, jelenségek megfigyelése, vizsgálata, de kísérletezés nélkül
is fejleszthetők egyes gondolkodási műveletek (pl. vizsgálatok tervezése,
megfigyelések, vizsgálatok eredményeinek értelmezése). Az életkor, illetve
az iskoláztatás előrehaladtával fokozatosan nehezebb természet-megisme-
rési módszerek, technikák egyre több tartalmi területen való, egyre önál-
lóbb alkalmazását várják el a tanulóktól a tantervek és a tankönyvek (*Nagy
L.-né*, 2006b, 2008, 2009).

Számos módszertani publikáció hívja fel a figyelmet arra, hogy
a fiatal gyermekeket be kellene vonni a természettudomány művelé-
sébe (*sciencing*) a természettudományos tények direkt közlése helyett.
A tevékenységorientált (*action-oriented*) és kutatásalapú (*inquiry-based*)
megközelítéseket a fiatal gyermekek természettudomány-tanulására is
kiterjesztik; tevékenységek, feladatok révén segítik a kérdések feltevését,
a válaszok keresését, a vizsgálatok tervezését, adatok gyűjtését. A kutatási
eredmények azonban azt jelzik, hogy az egyszerű felfedezésez tanulás csak
kevés gyermek esetében vezet el a tudományos ismeretrendszer elsajátí-
tásához (*Kirschner, Sweller és Clark*, 2006; *Mayer*, 2004). Hatékonyabb

módszer az irányított felfedezés összekapcsolása az explicit tanítással (Nagy L.-né, 2010).

A természettudományos gondolkodás fejlődése szoros kapcsolatban van a matematikai készségek fejlettségével és azok alkalmazhatóságával. A természettudományos vizsgálatokhoz, a természettudományos kutatási készségek működéséhez alapvető például az elemi számolási készségek alkalmazása, az arányosság, a százalékszámítás, a mértékváltás, az adatok ábrázolása, grafikonok készítése, értelmezése, a valószínűségi és a korrelatív gondolkodás.

2.2.2. A kognitív műveletek online mérése

Ebben a részben a természettudományos gondolkodás általános elemeinek online mérésére mutatunk példákat, és áttekintjük, hogyan lehet figyelembe venni a mérés során az 1–4., valamint az 5–6. évfolyamot átfogó életkori szakaszok pszichológiai jellemzőit, a kognitív műveletek egymásra épülési sorrendjét.

2.2.2.1. Konzerváció

Az anyagi tulajdonságok megismerésének feltétele az anyagállandóság felismerése, az adott körülmények között állandó és változtatható tulajdonságok elkülönítése, a változások megfordíthatóságának értelmezése. Az 1–2. évfolyamra esik az a fejlődési fázis, amikor a tanulók a piaget-i műveletek előtti szakaszból átlépnek a konkrét műveletek szakaszába. A műveletek előtti szakaszra a műveletek összerendezetlensége jellemző, ami a gondolkodás olyan sajátosságait eredményezi, mint a centráció (a gyermek csak egy dologra figyel), valamint az egyirányú gondolkodás. A gyermek nagyjából 7 éves korig nem tudja megválasztani a gondolkodás irányát, az egy irányban tanult folyamatot nem tudja visszafordítani. Piaget kutatásai szerint az anyagmegmaradás 7-8, a tömegmegmaradás 9-10, a tárgy elmerülésével kiszorított vízzel mért térfogat megmaradása 10-11, a téri állandóság 11 éves kor körül alakul ki (Piaget, 1970; Piaget és Inhelder, 1999).

A diagnosztikus mérés során az 1–2. évfolyamon alkalmazhatók az anyagmennyiség-, tömeg- és térfogat-megmaradásra vonatkozó klasszikus konzervációs (megmaradási) feladatok (pl. a „folyadékok megőrzésének kísérlete” – *G1.a* és *G1.b feladat*).

G1.a feladat

Itt van két edény, A és B. Ugyanakkora mind a kettő.



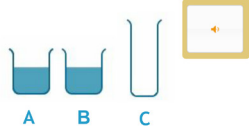
Mit gondolsz, ugyanannyi víz van a két edényben?

- Az A edényben több van.
- A B edényben több van.
- Ugyanannyi van mindkettőben.

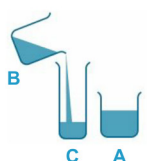
Vissza Tovább

G1.b feladat

Itt egy másik edény, C, amelyik keskenyebb és magasabb, mint az A és a B edény. Ez üres.




Most a vizet a B edényből átöntjük a magas és keskeny C edénybe.



Mit gondolsz, mi a helyzet most? Kattints a megfelelőre!

- Több víz van a C edényben, mint az A-ban.
- Több víz van az A edényben, mint a C-ben.
- Ugyanannyi víz van az A és a C edényben.



Vissza Tovább

Piaget azt találta, hogy az 5-8 éves gyermekek közül a „megőrzők” (konzerválók) a látszat ellenére úgy nyilatkoztak, hogy a folyadék mennyisége változatlan, amikor folyadékot öntöttek át egyik edényből a másikba, és a

két edény alakja, formája eltérő volt. A „nem megörzők” (nem konzerválók) a látszat alapján ítélték, nem vették figyelembe a két edény magassága és szélessége között fennálló reciprok viszonyt, nem ismerték fel, hogy a folyadék sem kevesebb, sem több nem lett (Piaget és Inhelder, 1999).

A 3–4. évfolyamon már összetettebb feladatokban is vizsgálható a fizikai tulajdonságok megmaradásának és változásának felismerése (pl. Piaget agyaggolyó változásaival kapcsolatos kísérletének módosított változata – G2. feladat).

G2. feladat

Két, pontosan egyforma gyurmagolyó egyikét ellapítjuk.
Miben fog különbözni egymástól a két golyó? Kattintással válaszolj!




Anyagukban	<input type="radio"/> különböznek.	<input type="radio"/> nem különböznek.
Alakjukban	<input type="radio"/> különböznek.	<input type="radio"/> nem különböznek.
Tömegükben	<input type="radio"/> különböznek.	<input type="radio"/> nem különböznek.
Térfogatukban	<input type="radio"/> különböznek.	<input type="radio"/> nem különböznek.

☐ Vissza
☐ Tovább

G3. feladat

A pohárból a tejet átöntjük a tálba. Melyik állítás igaz?
Kattintással válaszolj!

A tejnek...



☐ ...a térfogata és az alakja is megváltozik.
☐ ...csak a térfogata változik meg, az alakja nem.
☐ ...csak az alakja változik meg, a térfogata nem.
☐ ...sem az alakja, sem a térfogata nem változik meg.

☐ Vissza
☐ Tovább

Két vagy több tulajdonság együttes elemzését (*G3. feladat*), illetve a változások irányának megállapítását is kérhetjük a tanulók által ismert, hétköznapi tevékenységek kapcsán (*G4. feladat*).

G4. feladat

Megfordíthatók-e a következő változások? Kattintással válaszolj!

A tűzifát elégetjük.	<input type="radio"/> Igen.	<input type="radio"/> Nem.
A cukrot feloldjuk a teában.	<input type="radio"/> Igen.	<input type="radio"/> Nem.
Az almát lereszeljük.	<input type="radio"/> Igen.	<input type="radio"/> Nem.
A vizet felmelegítjük.	<input type="radio"/> Igen.	<input type="radio"/> Nem.

☐ Vissza ☐ Tovább

Az 5–6. évfolyamon már elvárható az egyszerűbb tudományos kifejezéseket használó konzervációs feladatok megoldása is. Ilyen például a sűrűségfogalom jelentését és a hőmérő használatának, működésének ismeretét feltételező *G5. feladat*.

G5. feladat

Kati kíváncsi volt, hány fok van kint, ezért a hőmérőt kivitte a szobából az erkélyre. Pár perc múlva az ábrán látható változás történt.

Dönts el, megváltoztak-e a következő tulajdonságai a hőmérőben lévő folyadéknak! Kattintással válaszolj!

Tömege	<input type="radio"/> megváltozott.	<input type="radio"/> nem változott.
Térfogata	<input type="radio"/> megváltozott.	<input type="radio"/> nem változott.
Sűrűsége	<input type="radio"/> megváltozott.	<input type="radio"/> nem változott.
Anyaga	<input type="radio"/> megváltozott.	<input type="radio"/> nem változott.

szobában erkélyen

☐ Vissza ☐ Tovább

2.2.2.2. Összehasonlítás

Az ÖSSZEHASONLÍTÁS az alapja a sorképzés és a halmazképzés műveletének, az analógiás gondolkodásnak. Az összehasonlítás a dolgok hasonlóságának és különbségének megállapítása. Kezdetben egy, majd több szempont alapján várható el ennek a műveletnek az alkalmazása a gyerekektől. Mivel a környezet- és természetismeret tananyag leíró jellegű, ezért számos lehetőség van az egyes élőlények, dolgok, jelenségek adott szempontok szerinti jellemzésére. A jellemzés szempontjai az összehasonlítás szempontjai is lehetnek: például a ló és szarvasmarha összehasonlítása testfelépítés és táplálkozás szempontjából vagy a tőkés réce és a szürke gém testfelépítésében megmutatkozó különbségek megállapítása (G6. feladat). Összehasonlítást kérhetünk úgy is, hogy nem adunk szempontot, a tanulóra bízunk annak megválasztását. Magasabb évfolyamokon a tanulók a szempontok egymásra vonatkoztatására is képesek.

A G7. feladat két jelenség hasonló és különböző jellemzőinek megállapítását kéri. Ez a viszonylag egyszerű feladat a 3–4. és az 5–6. évfolyamon egyaránt használható. Az 5–6. évfolyamosok számára készült G8. feladatban más válaszadási technikával, de ugyancsak két dolog összehasonlítása szerepel. Ebben az esetben a jellemzők helyett a szempontokat kell elemezni. Annak megállapítása, hogy egy tölgyerdő és egy mező milyen szempontokból hasonló, illetve különböző, nehezebb feladat a tanulóknak, mint a megadott szempontok szerinti összehasonlító jellemzésük.

G6. feladat

Mi különbözteti meg a szürke gémet a tőkés récétől? Kattints a szürke gém jellemzőire!



A szürke gém...

...lába hosszabb. rövidebb.

...csőre szélesebb. keskenyebb.

...csőrének vége hegyesebb. lekerekítettebb.

...ujjai között a bőrhártya mérete nagyobb. kisebb.



Vissza
Tovább

G7. feladat

Hasonlítsd össze a képeken látható jelenségeket!
Mely tulajdonságokban hasonlítanak és melyekben
különböznek? Kattintással válaszolj!



fényjelenség

☐ hasonlítanak

☐ különböznek

hőkibocsátással jár

☐ hasonlítanak

☐ különböznek

természetben előfordul

☐ hasonlítanak

☐ különböznek

☐ Vissza

Tovább ☐

G8. feladat

Miben hasonlít és miben különbözik egymástól egy azonos kiterjedésű
tölgyerdő és mező? Húzd a szempontok számát a megfelelő helyre!



levegő páratartalma

baktériumok és gombák jelenléte

búvóhelyek száma

Hasonlít:

Különbözik:

☐ Vissza

Tovább ☐

A G9. feladat a legkomplexebb, mert az összehasonlítás szempontjait és a megadott szempontok szerinti hasonlóságot, illetve különbséget is fel kell ismerniük a tanulóknak. Az ilyen típusú feladatok megoldása csak a hatodik vagy az annál magasabb évfolyamokon várható el.

G9. feladat

Összehasonlítottuk a víz felszíni és mélyebb rétegeinek környezeti tényezőit. Néhány helyen azonban hiányzik a szempont vagy a relációs jel. Pótold azokat, húzd a megfelelő kártyákat a hiányzó helyekre!

Szemponatok: A víz sótartalma: A fény mennyisége: A víz nyomása:

Jelek: < > =

felszíni rétegben < mélyebb rétegekben

A víz hőmérséklete: felszíni rétegben mélyebb rétegekben

felszíni rétegben = mélyebb rétegekben

felszíni rétegben > mélyebb rétegekben



Vissza


Tovább

2.2.2.3. Sorképzés

A sorképzés művelete a dolgok közötti viszonyok alapján történő rendezésre épül, a rendezési viszony felismerését igényli (Nagy J., 1990). A sorbarendezést számos reláció mentén elvégezhetjük; lehet például időbeli, térbeli, számosság, mérték szerinti sorozatokat alkotni. A sorképzés fejlődésének feltétele a relációkat kifejező szavak (pl. előtte, utána, előtt, mögött, alatt, fölött, több, kevesebb, kisebb, nagyobb) elsajátítása. A sorképzés számos tartalomra fejleszthető (pl. azonos térfogatú tárgyak sorba rendezése tömegük alapján sűrűség táblázat segítségével; táplálkozási kapcsolatok, táplálékláncok összeállítása; idő- és térbeli sorok képzése; folyamatok, tevékenységek lépéseinek sorbarendezése). Az 1–2. évfolyamon fontos, hogy a sorbarendezés szempontja egyszerű legyen, és az elemek száma ne legyen több mint 4–5 (G10. feladat).

G10. feladat

Számozással állítsd időrendi sorrendbe a fejlődés szakaszait!



1.

Vissza

Tovább

(A feladat a Mozaik Kiadó Kft. ábráinak felhasználásával készült.)

A 3–4. évfolyamon mérhetjük egyszerű hétköznapi technológiai sorok ismeretét, a történések időrendi sorrendjének megállapítását (G11. feladat).

G11. feladat

Rakd sorba a képeket! Írd a számokat a megfelelő helyre!



1.

2.

3.

4.

5.

Vissza

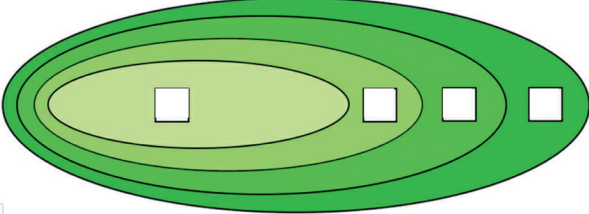
Tovább

Az 5–6. évfolyamon a rész-egész viszony szerinti sorbarendezés is elvárható (G12. feladat).

G12. feladat

Írd az ábra megfelelő helyére a növényi rész nevének kezdőbetűjét!

termő (t) növény (n) magkezdemény (m) virág (v)



Vissza Tovább

A G13. feladatban – eddigiektől eltérően – nem az elemek sorbarendezését kell elvégezni egy megadott szempont alapján, hanem egy megadott sorozatban a sorbarendezés szabályának felismerését. Az ilyen típusú feladatok átmenetet képeznek az induktív gondolkodási feladatok felé.

G13. feladat

Mely szabály szerint követik egymást a sorozat tagjai? Kattintással válaszolj!








bogyótermés makktermés hüvelytermés almatermés szemtermés toktermés

☐ sokmagvú termés, egymagvú termés
☐ száraz terméscfal, húsos terméscfal
☐ húsos termés, száraz és zárt termés, száraz és felnyíló termés
☐ töbrétegű terméscfal, egyrétegű terméscfal

Vissza Tovább

A sorképzés az induktív gondolkodásnak is fontos összetevője, az induktív gondolkodást mérő feladatokban gyakran szerepel ez a művelet (Klauer, 1989). Ezekben a feladatokban nem adjuk meg a sorképzés szempontját, azt a tanulóknak kell megtalálnia az elemek közötti rendezési elv szabályá-

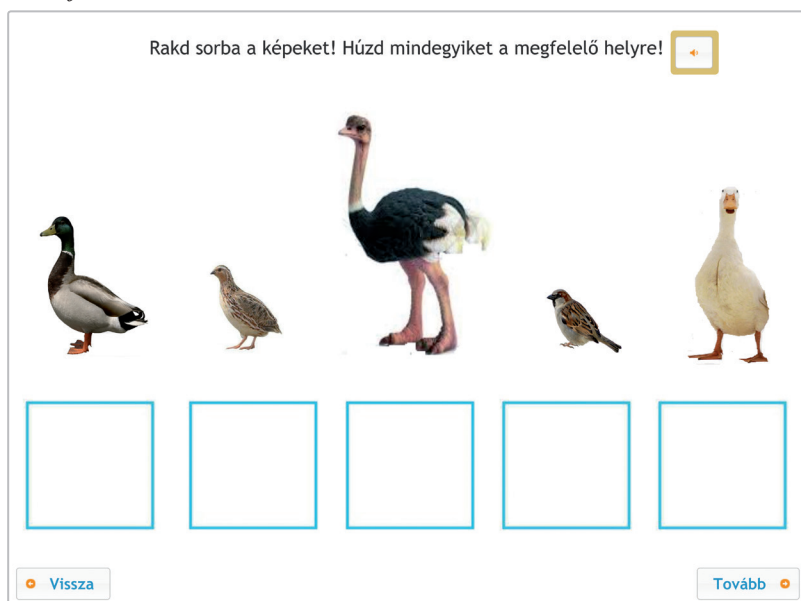
nak felismerésével. A sorképzés műveletét igénylő induktív feladatoknak többféle típusa ismert: sorbarendeázés, sorkieázésztés, zavart sorozatok.

A SORBARENDEÁZÉS feladatokban adott 5-9 elem, amelyek rendezetlenül jelennek meg, és a tanulónak az a feladata, hogy felismerje az elemek között azt a relációt, ami alapján azok sorbarendeázhetők (*G14. és G15. feladat*). Az ilyen típusú feladatokban több megoldás is lehetséges, ezért a rendszerbe vagy felvisszük az összes megoldást, vagy a sorozat kezdő vagy befejező tagjának megadásával leszűkítjük a megoldási lehetőségeket.

A SORKIEÁZÉSztÉS során 4-5 elem közül kell kiválasztani azt az egyet, amellyel a már megkezdett sorozatot folytatni lehet. A sorbarendeázéshez hasonlóan itt is az objektumok közötti relációk közös jegyeit kell azonosítani. A *G16. feladat*ban például a tárgyak mozgásának intuitív ismeretére vonatkozó tudást kell alkalmazni a sorozat folytatásához.

G14. feladat

Rakd sorba a képeket! Húzd mindegyiket a megfelelő helyre!



G15. feladat

Rakd sorba a képeket! Húzd mindegyiket a megfelelő helyre!

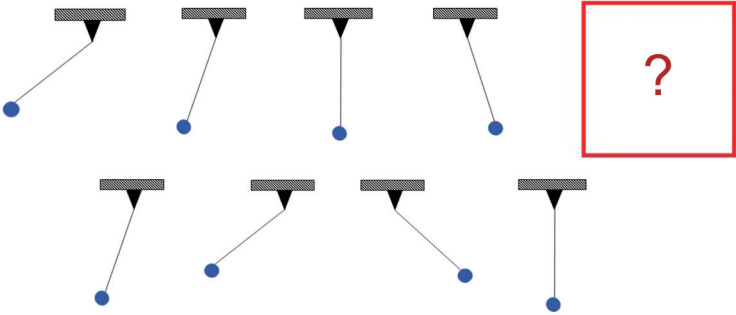




Vissza Tovább

G16. feladat

Melyik illik a sorba? Kattints rá!



Vissza Tovább

A ZAVART SOROZATOK az objektumok közötti relációk különbözőségeinek felismerésén alapulnak. Ebben az esetben a tanulóknak az a feladata, hogy megtalálja, azaz megkülönböztesse azt az elemet vagy elemeket, amely(ek) megzavarják a többi objektum között fennálló viszonyt. Az ilyen típusú feladatokban 5-9, valamilyen reláció szerint sorba rendezett elem szerepel úgy, hogy két elemet felcseréltünk (G17. feladat), vagy van benne olyan elem, ami nem illik a sorba (G18. feladat).

G17. feladat

Melyik **két** képet kell felcserélni ahhoz, hogy helyes legyen a sorrend?
Kattints rájuk!



[Vissza](#)

[Tovább](#)

G18. feladat

Melyik nem illik a sorba? Kattints rá!



[Vissza](#)

[Tovább](#)

2.2.2.4. Halmazképzés, osztályozás

AZ ÁLTALÁNOSÍTÁS vagy HALMAZKÉPZÉS a dolgok összehasonlítása révén a közös tulajdonságok felismerését (G19. feladat) és azok alapján halmaz alkotását jelenti (G20. feladat).

A halmazképzés lehetővé teszi a besorolás műveletének működését. A BESOROLÁS során nem két dolgot, hanem egy dolgot és egy tulajdonságegyüttest hasonlítunk össze (Nagy J., 1990). A tulajdonságegyüttes egy halmazt definiál, ez a besorolás etalonja. A besorolás legegyszerűbb esete, amikor arról kell dönteni, hogy egy adott dolog beletartozik-e egy halmazba. Például: rovar-e a káposztalepke? A helyes döntéshez ismerni kell a rovarok közös tulajdonságait, és meg kell vizsgálni, hogy a káposztalepke rendelkezik-e ezekkel. Bonyolultabb a besorolás, ha több dolgot kell megvizsgálnunk, hogy beletartoznak-e egy adott halmazba

G19. feladat

Az alábbiakban néhány rágcsálót mutatunk be.
Keresd ki a szövegből a rágcsálók közös tulajdonságait!

HAVASI MORMOTA

Közel 70 cm nagyságú, zömök testű állat, farka kb. 15 cm hosszú. 6-7 hónapon át téli álmot alszik. Elsősorban lágyszárú növények fiatal hajtásaival, levelekkel, virágokkal és gyümölcsökkel táplálkozik. felső és alsó állkapcsában is egy pár metszőfog található, melyek állandóan nőnek. A nőstény legfeljebb hét csupasz kölyköt hoz a világra.



PÉZSMAPOCOK

Teste 20-27 cm hosszú, farka lapított, pikkelyes. Hátulsó lábán úszóhártya található. Nem alszik téli álmot. Tápláléka főleg vizinövényekből áll, esetleg fogyaszt kagylókat, békákat, halakat és állati dögöket is. Felső és alsó állkapcsában is egy pár metszőfog található, melyek állandóan nőnek. Egy-egy alkalommal 5-6, de akár 11 utódot is világra hozhat.



VÍZIDISZNÓ

A kifejlett példányok testhossza elérheti a 130 cm-t, farka szinte alig van. Lábujaik között kicsi úszóhártyák találhatók. Elsősorban vizinövényekkel, levelekkel, fakéreggel, magvakkal és füvekkel táplálkozik. Felső és alsó állkapcsában is egy pár metszőfog található, melyek állandóan nőnek. Utódainak száma 2-8, akik születés után azonnal követik anyjukat.



Téli álmot alszik.	<input type="radio"/> Közös.	<input type="radio"/> Nem közös.
Fő táplálékát növények adják.	<input type="radio"/> Közös.	<input type="radio"/> Nem közös.
Metszőfogai állandóan nőnek.	<input type="radio"/> Közös.	<input type="radio"/> Nem közös.
Elevenszülő.	<input type="radio"/> Közös.	<input type="radio"/> Nem közös.

☐ Vissza ☐ Tovább

G20. feladat

Válassz közös címet a négy képnek!
Kattints arra a címre, amelyik legjobban kifejezi a közöttük lévő hasonlóságot!






Tél

Víz

Időjárás




Jég

☐ Vissza ☐ Tovább

(G21. feladat), vagy ha azt keressük, hogy egy dolog melyik halmazba tartozik a megadottak közül, vagy ha több dologról kell döntenünk, hogy melyik halmazba tartoznak a megadottak közül (G22. feladat). Először célszerű megnevezni a kategóriákat és diszjunkt halmazokat alkalmazni, később kérhetjük a halmazok megnevezését is, ami könnyíthető az egyik halmaz elemének megadásával (G23. feladat).

G21. feladat

Mely fotók készültek sík területen? Húzd a képüket a körbe!



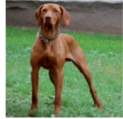








Vissza Tovább

G22. feladat

Csoportosítsd a következő állatokat! Húzd a képüket a megfelelő halmazba!




háziállat

vadon élő állat

Vissza Tovább

G23. feladat

Csoportosítsd a képeken látható madarakat a megadott példák alapján!
Húzd a képek betűjelét a megfelelő helyre!

A	B	C	D	E
				
széncinege	vetési varjú	fehér gólya	füstifecske	házi veréb

Nevezd meg a csoportokat!

E

D

Vissza
Tovább

A besorolás és a sorbarendezés együtt is alkalmazható. Már az 1–2. évfolyamon is mérhető, ha az elemek rendezését vizuálisan segítjük (G24. feladat).

A halmazműveletek mint az induktív gondolkodás összetevői is mérhetők olyan feladatokkal, amelyekben a csoportképzés szempontját a tanulóknak kell felismernie. *Klauer* (1989) szerint az általánosításnak, amely a tulajdonságok hasonlóságainak felismerését jelenti, három típusa van: azonosságok megtalálása, csoportalkotás és csoportkiegészítés.

AZ AZONOSSÁGOK MEGTALÁLÁSA feladatban egy csoportosító szempontot kell találni, azaz az előre megadott 5-9 objektumból ki kell választani az összetartozókat, a többi elemnek nem szükséges külön csoportot alkotnia (de alkothat). 1–2. évfolyamon az azonosságok megtalálása elsősorban a dolgok felszíni jegyei alapján működhet (G.25 feladat). Magasabb évfolyamokon csoportosító szempontként megjelenhetnek felszíni jegyek alapján nem megállapítható tulajdonságok is, mint például az élőlények táplálkozásának típusa (G26. feladat).

G24. feladat

Húzd a hónapok nevét a megfelelő évszakhoz! Ügyelj a hónapok sorrendjére!

december	június	augusztus	február
szeptember	április	november	július
március	október	május	január

ősz	<div></div>	<div></div>	<div></div>
tél	<div></div>	<div></div>	<div></div>
tavas	<div></div>	<div></div>	<div></div>
nyár	<div></div>	<div></div>	<div></div>

[Vissza](#) [Tovább](#)

G25. feladat

Melyik **három** tartozik egy csoportba? Kattints rájuk! 





[Vissza](#) [Tovább](#)

G26. feladat

Melyik **három** tartozik egy csoportba? Kattints rájuk!



 Vissza  Tovább

A CSOPORTALKOTÁS feladatban 5-9 db objektum szerepel, a tanuló feladata az, hogy ezekből alkosson egy megadott számú – 2 (G27. feladat) vagy 3 (G28. feladat) – csoportot. A feladat nehezíthető az objektumok és a kért csoportok számának manipulálásával úgy, hogy minél többféleképpen lehessen elindulni a feladat megoldásakor.

G27. feladat

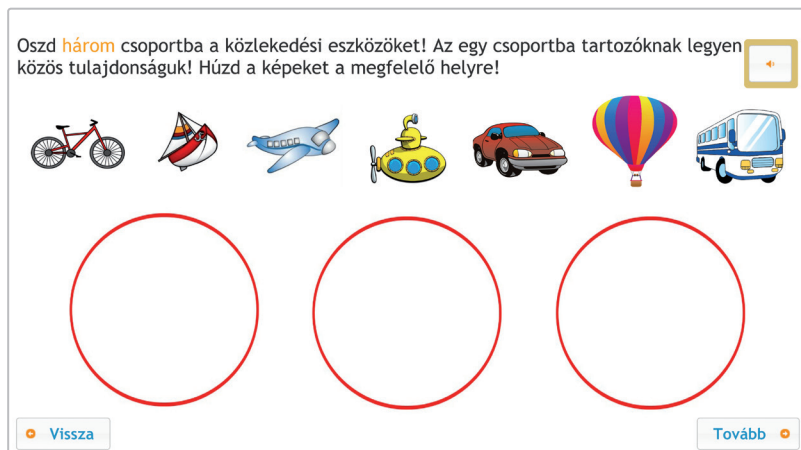
Oszd **két** csoportba az élőlényeket! Az egy csoportba tartozóknak legyen közös tulajdonságuk. Húzd a képeket a megfelelő helyre!



 Vissza  Tovább

G28. feladat

Oszd **három** csoportba a közlekedési eszközöket! Az egy csoportba tartozóknak legyen közös tulajdonságuk! Húzd a képeket a megfelelő helyre!



A CSOPORTKIEGÉSZÍTÉS feladatban előre meghatározunk egy csoportot, és a tanulónak az a feladata, hogy 4-5 elem közül kiválassza azt az egyet, amely ebbe a csoportba tartozik, azaz fel kell ismernie azt a szempontot, amely alapján a megadott csoport elemei és a kiválasztott elem egy kategóriát alkotnak. Számos tartalom adhat lehetőséget ilyen típusú feladat készítésére már az 1–2. évfolyamtól kezdve (G29. feladat).

G29. feladat

Melyik illik a csoportba? Kattints rá!



A DISZKRIMINÁCIÓ vagy KIZÁRÁS a tulajdonságok megkülönböztetését jelenti. A művelet során az objektumok tulajdonságait vizsgálva azt az egy elemet keressük, amely egy adott szempontból különbözik a többitől. Ez a feladattípus megfeleltethető a köznyelvből ismert „kakukktójás” feladatnak. A tanulónak 5-7 objektum közül kell kiválasztani azt, amelyik nem illik a többi közé. Egyszerű vagy hétköznapi tartalmakon (*G30. feladat*), illetve az objektumok képi ábrázolásával segítve (*G31. feladat*) már 1–2. évfolyamtól használhatók az ilyen típusú feladatok. A tantárgyi tudást fel-tételező feladatok esetében figyelembe kell venni, hogy tanulták-e már a

G30. feladat

Melyik nem illik a többi közé? Kattints rá!








Vissza
Tovább

G31. feladat

Melyik nem illik a többi közé? Kattints rá!








Vissza
Tovább

G32. feladat

Melyik nem illik a többi közé? Húzd a kérdőjelre!

Duna


Rába

Balaton

Maros

Dráva

Tisza



Vissza

Tovább

feladatban szereplő ismereteket. E miatt a *G32. feladattal* csak az 5–6. évfolyamtól mérhetünk.

Az OSZTÁLYOZÁS részhalmazok összefüggő, hierarchikus rendszerének létrehozását eredményezi. Ez a művelet a besorolás és a sorképzés művelete nélkül nem működik (Nagy J., 1990). Az osztályozáshoz a vizsgált dolgok tulajdonságainak elemzésére, a közös jegyek, illetve a különbségek felismerésére van szükség. A hierarchikus osztályozás a természettudományokban alapvető művelet. Az osztályozás műveletének fejlődését segíti, ha az osztályozás eredményeként kapott rendszereket fagráfok, Venn-diagramok, táblázatok alkalmazásával tesszük szemléletessé. Ezek az ábrázolási módok mérésre is használhatók kiegészítő feladatok formájában.

Az EGYSZEMPONTÚ OSZTÁLYOZÁS ismert tartalmon, szemléletes, ötletes feladatokkal már akár 1–2. évfolyamon is mérhető (*G33. feladat*). Az osztályozási feladatok az osztályozás szempontját általában nem kérik, érdemes viszont erre is rákérdezni, mivel az gyakran nem nyilvánvaló a tanulók számára (*G34. feladat*).

Az összetettebb fagráfok és Venn-diagramok értelmezése csak az 5–6. évfolyamtól várható el. Az alá-, fölé- és mellérendeltségi viszonyok felismerésének és grafikus formában való megjelenítésének mérésére példa a *G35. feladat*, amelyben egy szöveg értelmezése alapján kell létrehozni az ízeltlábúak rendszerét, megadni a hierarchia különböző szintjein található kategóriák nevét.

G33. feladat

Melyik megnevezés hová tartozik? Húzd a feliratot a megfelelő helyre!

haszonállatok
háziállatok
vadon élők
házi kedvencek

Vissza
Tovább

G34. feladat

Milyen szempont szerint csoportosítottuk a képeken látható élőlényeket? Kattintással válaszolj!

A csoportosítás szempontja:

- ☐ élőhely
- ☐ táplálkozás
- ☐ testfelépítés
- ☐ szaporodás
- ☐ fejlődés

Vissza
Tovább

(A feladat a Mozaik Kiadó Kft. ábráinak felhasználásával készült.)

A G36. és a G37. feladat az ábrázolt fogalomrendszerek értelmezését vizsgálja. A feladatokban szereplő megállapítások igazságtartalmáról kell dönteni a növények hierarchikus rendszerét ábrázoló fagráf, illetve Venn-diagram elemzésével.

G35. feladat

Rendszerezd az ízeltlábúakat! Töltsd ki az ábrát a szöveg alapján!

Az ízeltlábúak az állatvilág legnépesebb csoportja. Közéjük tartoznak a rákók, a rovarok és a pókok. A kitines fedőszárnyal rendelkező rovarokat bogaraknak nevezzük. A lepkék is rovarok.

[Vissza](#) [Tovább](#)

G36. feladat

Tanulmányozd az ábrát! Döntsd el, igazak-e az állítások! Kattintással válaszolj!

A virágos növények között vannak zárvatermők. [Igaz.](#) [Hamis.](#)

A mohák és a harasztok virágtalan növények. [Igaz.](#) [Hamis.](#)

A nyitvatermők között vannak telepes testfelépítésűek. [Igaz.](#) [Hamis.](#)

[Vissza](#) [Tovább](#)

G37. feladat

Tanulmányozd az ábrát! Döntsd el, igazak-e az állítások! Kattintással válaszolj!



Ha egy növény kétszikű, akkor nincs virágja. ☐ Igaz. ☐ Hamis.

A nyitvatermők hajtásos növények. ☐ Igaz. ☐ Hamis.

Van olyan virágos növény, amely egyszikű. ☐ Igaz. ☐ Hamis.

Minden haraszt virágtalan növény. ☐ Igaz. ☐ Hamis.


☐ Vissza ☐ Tovább


A TÖBBSZEMPONTÚ OSZTÁLYOZÁS esetében több osztályozó elvet kell egy időben érvényesíteni, ellentétben az általánosítással és a diszkriminációval, ahol egy adott elemet egyszerre egy tulajdonság mentén kell megvizsgálni (Klauer, 1989). Ebben a feladattípusban együttesen kell megnézni, hogy mely tulajdonság alapján lehetnek hasonlóak vagy különbözőek az objektumok. Ezek a feladatok eltérő nehézségűek lehetnek attól függően, hogy hány objektum (2×2 , 3×2 , 3×3) szerepel a feladatban, mennyire ismertek azok a tanulók számára, továbbá milyen tulajdonságokban hasonlítanak, illetve különböznek.

A G38. és a G39. feladatban 2×2 objektum szerepel. A G38. feladatban megadott tárgyak a hétköznapiakból ismertek, a köztük lévő hasonlóságok és különbségek a képek alapján könnyen azonosíthatók, így ezt a feladatot az 1–4. évfolyamokon is használhatjuk. Az egymás melletti tárgyak hasonlítanak abban, hogy mit mérnek (időt vagy hőmérsékletet), de különböznek abban, hogyan mérnek (analóg vagy digitális módon).

G38. feladat

Figyeld meg az egymás melletti és az egymás alatti képeken ábrázolt tárgyak közös tulajdonságait! Melyik kép helyére illik a különálló kép? Kattints rá!



[Vissza](#) [Tovább](#)

G39. feladat

Figyeld meg az egymás melletti és az egymás alatti növények közös tulajdonságait! Melyik kép helyére illik a különálló kép? Kattints rá!

 lehér tündérrózsa	 pongyola pitypang
 nád	 angol perje


mezei zsálya

[Vissza](#) [Tovább](#)

A G39. feladat megoldásához szükség van az osztályozás szempontjainak (élőhely és a sziklevek száma), valamint azok két-két kategóriájának (víz-vízpart és szárazföld, illetve egy- és kétszikű) felismerésére és a különböző szempontok szerinti kategóriák egymásra vonatkoztatására, ezért ezt az 5–6. évfolyamtól célszerű alkalmazni.

A *G40. feladat* 3 x 2, míg a *G41. feladat* 3 x 3 objektumot tartalmaz. Tartalmuk alapján ezeket a feladatokat a 3–4. évfolyamtól javasoljuk. A *G40. feladatban* az élettér (víz, szárazföld, levegő) és az élő vagy élettelen, míg a *G41. feladatban* a tárgyak anyaga (fa, műanyag, üveg) és funkciója (konyhai eszköz, bútor, játék) az osztályozás szempontjai (kategóriái).

G40. feladat

Figyeld meg az egymás melletti és egymás alatti képek közös tulajdonságait! Melyik kép helyére illik a különálló kép? Kattints rá!



[Vissza](#) [Tovább](#)

G41. feladat

Figyeld meg az egymás melletti és az egymás alatti képeken ábrázolt tárgyak közös tulajdonságait! Melyik kép helyére illik a különálló kép? Kattints rá!



[Vissza](#) [Tovább](#)

2.2.2.5. Analógiás gondolkodás

Az analógia az induktív gondolkodás fontos összetevője. Klauer (1989) rendszerében az EGYSZERŰ ANALÓGIA a relációk hasonlóságainak felismeréséhez, míg a TELJES ANALÓGIA a relációk különbözőségeinek és hasonlóságainak felismerését igénylő RENDSZERALKOTÁS művelethez kapcsolódik. Az analógiás gondolkodás vizsgálata külön kutatási területté nőtte ki magát. Az analógiák megfelelő alkalmazása fontos szerepet játszik a természettudományok tanításában is (lásd Nagy L.-né, 2000, 2006a).

Az analógiás gondolkodást tágabb értelemben összehasonlításon alapuló gondolkodásként, szűkebb értelemben elemek közötti hasonlósági relációkról való gondolkodásként értelmezik. A hasonlósági relációk vonatkoztathatók például terminusokra, alakzatokra, történetekre, problémákra, rendszerekre (Nagy L.-né, 2006a). Például az ökológiai rendszer elemi fogalmát szemléletessé tehetjük az erdő és egy többszintes lakóház közötti párhuzammal.

A relációknak számos típusa különböztethető meg, például halmazba tartozás, rész-egész, egész-rész, időrend, ok-okozat, okozat-ok, ellentét, szinonima, funkció, átalakulás, hely, azonos halmaz tagjai, funkcionális rész-egész. Ezeknek az összefüggéseknek a felismertetése valamennyi természettudományos témakör tanításának hangsúlyos célja.

Az analógiás gondolkodás fejlesztésére, mérésére alkalmazott feladatoknak számos típusa van, például szóanalógiák, számanalógiák, geometriai és képi analógiák, mondat-, illetve rajzkiegészítései feladatok, problémáanalógiák, metaforák.

A felsoroltak közül területspecifikus tartalommal jól használhatók a SZÓANALÓGIÁK, melyek a válaszadás módja szerint lehetnek feleletalkotók és feleletválasztásosak (Nagy L.-né, 2006a). A feleletalkotó feladatban megadjuk az egyik analógiapárt és a másik analógiapár egyik tagját, és a tanulónak kell kitalálnia a hiányzó analógiatagot. Ez lehet egy megkezdett mondat befejezése (G42. feladat), vagy alkalmazhatjuk a szakirodalomból ismert és a korábbi mérésekben használt (Csapó, 1998; Nagy L.-né, 2006a) szóanalógia feladatoknál megszokott formulát (G43. feladat). A szóanalógia feladatok értelmezését segíti, ha a fogalompárokat kerettel és színekkel jelöljük.

G42. feladat

Egészítsd ki a mondatot! 

Ami a lónak a csikó, az a medvének a



G43. feladat

Írd be a téglalapba illő kifejezést az első két fogalom közötti összefüggés alapján!

tó : állóvíz = fennsík :

Mátra : andezit = Bükk :

Bakony : Dunántúli-középhegység = Kiskunság :

A feleletválasztásos feladatok esetében attól függően, hogy hány elemű válaszlehetőség közül kell a helyeset kiválasztani, illetve az analógia hány eleme adott, többféle típus különböztethető meg. Általában 3-4 választ kínálunk fel. Megválasztásuknál ügyelni kell arra, hogy a megadott analógiaelemekkel olyan tartalmi vagy relációs kapcsolatban legyenek, amelyek lehetőséget adnak a tipikus hibák diagnosztizálására. Megadhatjuk az egyik analógiapárt és a másik analógiapár egy tagját (G44. feladat), az egyik analógiapárt (G45. feladat), illetve az egyik analógiapár egy tagját (G46. feladat). Minél kevesebb eleme adott az analógiának, annál nehezebb a feladat.

G44. feladat

Figyeld meg a **kék** keretben található kifejezések közötti összefüggést!
Mi illik a kérdőjel helyére? Kattints rá!

fém	műanyag
-----	---------

szilárd	?
---------	---

◉ vas
◉ folyadék
◉ halmazállapot
◉ fa

◉ Vissza
Tovább ◉

G45. feladat

Figyeld meg a **kék** keretben található kifejezések közötti összefüggést!
Melyik fogalompár illik leginkább a kérdőjelek helyére? Kattints rá!

emlős	madár
-------	-------

?	?
---	---

gerinces	állat
----------	-------

gomba	növény
-------	--------

madár	fészek
-------	--------

növény	virág
--------	-------

◉ Vissza
Tovább ◉

A szóanalógia-feladatok a gyakorlás során lehetőséget adnak arra is, hogy a fogalmak között lehetséges összefüggéstípusokat megismerjék és tudatosan alkalmazzák a tanulók. Ezt úgy érhetjük el, hogy a jó válasz megadásán túl megbeszéljük, miért nem helyes a többi válaszlehetőség (Nagy L.-né, 2006a).

A KÉPI ANALÓGIÁK alkalmazása az analógiatagok képi ábrázolásával szemléletessé, és ezáltal sok esetben könnyebbé teszi a feladatokat, ami különösen az alsóbb évfolyamokon, illetve nehezebb tartalmak esetében a magasabb évfolyamokon is fontos szempontja lehet a feladatkészítésnek.

G46. feladat

A **kék** és a **bordó** keretek kifejezései között azonos összefüggésnek kell lennie.
Mely kifejezeshármas illik leginkább a kérdőjelek helyére?
Kattintással válaszolj!

betegség	?	?	?
<input type="radio"/> fertőzés	orvos	gyógyítás	
<input type="radio"/> nátha	szilva	alma	
<input type="radio"/> gyógyulás	tavas	nyár	
<input type="radio"/> egészség	jég	szilárd	

A mintaként bemutatott feladatok közül a tartalom meghatározó szerepe miatt a *G47. feladat* az 1–2., a *G48. feladat* a 3–4., a *G49. feladat* az 5–6. évfolyamon alkalmas a mérésre. A *G50. feladat* általános tartalma miatt a 3–4. évfolyamtól kezdve a magasabb évfolyamokon is jól mérhet.

G47. feladat

Figyeld meg a **kék** keretben lévő képek között összefüggést!
Mi illik a kérdőjel helyére? Kattints rá!





?






G48. feladat

Figyeld meg a **kék** keretben lévő képek közötti összefüggést!
Mi illik a kérdőjel helyére? Kattints rá!

[Vissza](#) [Tovább](#)

G49. feladat

Figyeld meg a **kék** keretben lévő képek közötti összefüggést!
Mi illik a kérdőjel helyére? Kattints rá!

[Vissza](#) [Tovább](#)

G50. feladat

Figyeld meg a **kék** keretben lévő képek közötti összefüggést!
Mi illik a kérdőjel helyére? Kattints rá!

[Vissza](#) [Tovább](#)

A RENDSZERALKOTÁS feladatokban – az előzőekben bemutatott EGYSZERŰ ANALÓGIÁKTÓL eltérően – egyszerre kell megvizsgálni az objektumok közötti relációk hasonlóságait és különbözőségeit (Klauer, 1989). Az ilyen típusú, TELJES ANALÓGIA feladatokkal akkor mérhetünk, ha a párokba állított objektumok közötti relációk a tanulók által ismertek (G51. feladat).

G51. feladat

Figyeld meg az egymás melletti és az egymás alatti képek közötti összefüggéseket! Melyik kép illik a kérdőjel helyére? Kattints rá!

[Vissza](#) [Tovább](#)

Analógiákra épül a MODELLEK használata is. A természettudományokban különösen jelentős ezek alkalmazása, mivel számos olyan jelenséget tanítunk, amely közvetlenül nem megtapasztható, a tanulók többsége számára nehezen elképzelhető. Ilyen például az 5–6. évfolyamon az anyagok halmazállapotának anyagszerkezeti magyarázata (*G52. feladat*) vagy a röghegységek képződésének folyamata (*G53. feladat*). A *G54. feladat* arra mutat példát, hogyan lehet kapcsolatot teremteni a tanulók által ismert tárgyak, eszközök egy-egy jellemzője és az állatok szerveinek jellemzői között.

G52. feladat

Az osztály tanulói mozgásukkal halmazállapotot modelleznek. Az anyag részecskéit a gyerekek képviselik. Melyik halmazállapotra ismerd rá? Kattintással válaszolj!



A gyerekek az egész teremben futkároznak. Ha összeütköznek, mindketten irányt változtatnak.

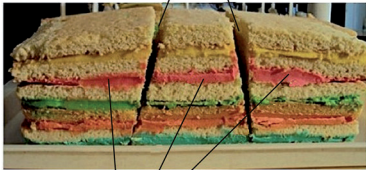
☐ szilárd ☐ folyékony ☐ légnemű

☐ Vissza ☐ Tovább

G53. feladat

A képen látható tortával a gyerekek a vetődést modellezték. Készíts ábramagyarázatot! Húzd a kifejezéseket a kép megfelelő részéhez!

kőzetrétegek rögök törésvonalak





☐ Vissza ☐ Tovább

G54. feladat

Húzd a felsorolt testrészeket arra az eszközre, amellyel be tudod mutatni annak működését!

lepkék szájszerve	lepkék csápja	levelibéka lába	bogarak szájszerve	kacsák, récék csőre
-------------------	---------------	-----------------	--------------------	---------------------



Vissza
Tovább

A modellezés révén kapcsolat teremthető a tanulók által ismert hétköznapi és egy természeti jelenség között. A *G55. feladat* alkalmazható, ha a tanulók már birtokában vannak a halmazállapot-változásokra vonatkozó elemi szintű fizikai ismereteknek. A modellek értelmezésekor azt mérjük, tudnak-e párhuzamot vonni a jelenségek között, képesek-e azonosítani a két rendszer elemeit és a folyamatok lépéseit. Fontos, hogy a hasonlóságok mellett a különbségekre is felhívjuk a tanulók figyelmét.

G55. feladat

A teáskannában a víz körforgása játszódik le mesterséges körülmények között. Kösd össze az egymásnak megfeleltethető folyamatokat! Kattints először a teáskannában, majd a természetben lejátszódó folyamatra!

A teáskannában

Ég a gáz.

Nő a víz hőmérséklete.

Vízpara csapódik le a kanna falán.

A természetben

Párolog a víz.

Felhők keletkeznek.

Süt a nap.

Felmelegszik a levegő.

Vissza
Tovább

2.2.2.6. Kombinatív gondolkodás

A kombinatív gondolkodás a meglévő információk alapján a lehetőségek számbavételével hoz létre új tudást (Nagy J., 1990). Funkciója az összes lehetőség számbavétele, felsorolása; a szokatlan kapcsolatok felszínre hozása (pl. különböző rendszerezési, csoportosítási szempontok kombinálása); a létező, a lehetséges és az elgondolható megkülönböztetése; teljes rendszerek képzése. Műveletei közé tartozik a Descartes-féle szorzatok képzése, ismétléses és ismétlés nélküli variációk képzése, az összes ismétléses variáció képzése, ismétléses kombinációk képzése, ismétlés nélküli kombinációk képzése, ismétléses és ismétlés nélküli permutációk képzése, az összes részhalmaz képzése (Csapó, 1988). A kombinatív képesség műveleteinek kialakulásához az osztályozás és a sorbarendezés műveletének általánosítása szükséges (Nagy J., 1990).

Kisiskoláskorban a feladatok megoldására főként a véletlenszerű próbálgatás jellemző. Mivel a gyerekek többsége még nem rendelkezik algoritmusokkal a lehetőségek szisztematikus keresésére, az összes lehetőség megtalálása esetleges. A kombinatív képesség fejlődésére vonatkozó vizsgálatok jelzik, hogy az azonos szerkezetű, de képi és formális tartalommal egyaránt megjelenő feladatok esetében a képi feladatoknál várható magasabb teljesítmény (Csapó, 1988). Az algoritmusok következetes alkalmazása a gyerek többségénél csak később, 13 éves kor körül, a formális gondolkodás kialakulásával lesz jellemző.

A kombinatív gondolkodás fejlesztése, vizsgálata természettudományos tartalmakon már kisiskoláskorban is megvalósítható (Csapó, 2003). A feladatok egyszerű, konkrét szituációkhoz kötődnek; képekkel illusztráltak; kevés, a rövid távú memóriában könnyen megtartható elemet tartalmaznak. A lehetőségek megadhatók manipulatív vagy rajzos formában is. Például a *G56. feladat*ban, amellyel az ismétlés nélküli variálás (adott halmazból meghatározott számú rendezett részhalmazok kiválasztása) mérhető.

A *G57. feladat* a permutálást, adott halmaz elemeinek sorba rendezését méri. A feladat kiegészül egy tantárgyi jellegű kérdéssel is.

G56. feladat

Környezetismeret-órára a gyerekek terméseket hoztak: gesztenyét, diót és makkot. Egy tanórán csak **két különböző** termés megvizsgálására van idő. Add meg az **összes lehetőséget**, amelyben megvizsgálhatják a gyűjtött terméseket!

Húzd a termések képét a megfelelő helyekre! Vigyázz, több hely van, mint ahány különböző lehetőséget találhatsz!



gesztenye



dió



makk

--	--

--	--

--	--

--	--

--	--

--	--

--	--

--	--

--	--

[Vissza](#)
[Tovább](#)

G57. feladat

Hányféleképpen lehet **sorba rendezni** a képeken látható hordalékokat? Keresd meg az összes lehetséges változatot! Húzd a nevüket a táblázat soraiba! Vigyázz, több hely van, mint ahány különböző lehetőséget találhatsz!

A táblázat kitöltése után kattintással válaszd ki azt a sort, amelyik **csökkenő szemcseméret** szerint mutatja a hordalékokat! A képeken nem a valós méreteket látod, de egymáshoz képest arányosak.



iszap



kavics



homok

Lehetséges sorrendek

1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			

[csökkenő szemcseméret](#)
[csökkenő szemcseméret](#)
[csökkenő szemcseméret](#)
[csökkenő szemcseméret](#)
[csökkenő szemcseméret](#)
[csökkenő szemcseméret](#)
[csökkenő szemcseméret](#)
[csökkenő szemcseméret](#)
[Vissza](#)
[Tovább](#)

A Descartes-féle szorzatok képzése, például két szempont szerinti összes lehetséges tulajdonságpár összegyűjtése, már a 3. évfolyamos tanulóktól is elvárható (*G58. feladat*). Magasabb évfolyamokon a feladat nehezíthető újabb szempontok hozzáadásával és a halmazok elemszámának növelésével.

G58. feladat

Természetismeret-órán a hatodikosok oldhatósággal kapcsolatos kísérleteket végeztek az alábbi anyagok felhasználásával. Mielőtt hozzákezdtek a munkához, megtervezték az elvégzendő kísérleteket. A csoportok tálcáin a következő anyagok voltak:

kémcsövekben oldószer:

tálkákban oldandó anyagok:

Milyen tervet készíthettek? Add meg az **összes** kísérletezési **lehetőséget**! Húzd a kifejezéseket a táblázatba! Vigyázz, több hely van a táblázatban, mint ahány különböző lehetőséget találhatsz!

Válaszd ki, mely kísérletekben történik **oldódás**! Kattints a párok melletti gombra!

Kísérleti terv		
1.		<input type="button" value="oldódás"/>
2.		<input type="button" value="oldódás"/>
3.		<input type="button" value="oldódás"/>
4.		<input type="button" value="oldódás"/>
5.		<input type="button" value="oldódás"/>
6.		<input type="button" value="oldódás"/>
7.		<input type="button" value="oldódás"/>
8.		<input type="button" value="oldódás"/>

A természettudományos tananyag feldolgozása gyakran igényli a dolgok, folyamatok több szempont szerinti csoportosítását, a szempontok kategóriáinak egymásra vonatkoztatását. A *G59. feladat* a kétszempontú osztályozás rendszerének kialakítására mutat példát.

A gondolkodási műveleteken túl a tantárgyi tudás is mérhető az olyan feladatokkal, amelyekben a kombinatív gondolkodás valamely elemét működtető feladatelemet (pl. a *G60. feladat*ban a kombinálást) tantárgyi ismeretekre épülő kérdéssel egészítjük ki.

Kombinatív gondolkodás szükséges a kísérletek tervezésekor a változók értékeinek kombinálásához, a különböző kísérleti feltételek meghatározásához. Erre példa a *G61. feladat*.

G59. feladat

A gyerekek a megismert állatokat úgy csoportosítják, hogy figyelembe veszik a táplálkozási típusukat és az élőhelyüket is. Egy táblázatot szerkesztenek a csoportosításhoz. Táplálkozási típus szerint az állatok lehetnek **növényevők**, **húsevők** és **mindenevők**; élőhely szerint **erdőben** vagy **mezőn** élők. Töltsd ki a csoportosítást megkönnyítő **táblázat fejlécét!** Húzd a kifejezéseket a megfelelő cellákba!

	erdő	mindenevő	növényevő	mező	húsevő
	Táplálkozás típusa				
Élőhely					

A táblázat alapján add meg, hány kategóriába sorolhatják be a gyerekek az állatokat!
Írd a négyzetbe a számot!

[Vissza](#)
[Tovább](#)

G60. feladat

Tamás, Anna, Bence és Csaba kimentek a játszótérre mérleghintázni. **Mindenki mindenkivel** hintázott. Sorold fel az **összes lehetséges párt!** Vigyázz, több hely van, mint ahány különböző lehetőséget találhatsz! Húzd a betűjeleket a megfelelő helyre!

T Tamás	A Anna	B Bence	Cs Csaba
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Melyik párosnak ment a legkönnyebben a hintázás? Válassz a legördülő listából!

A gyerekek tömege a következő:

Tamás: 56 kg
Anna: 42 kg
Bence: 63 kg
Csaba: 57 kg


[Vissza](#)
[Tovább](#)

Legördülő listában (mindkét esetben): **Válassz!** Tamás / Anna / Bence / Csaba

G61. feladat

A fény és a víz növények fejlődésére gyakorolt hatását vizsgáljuk. Feltételezzük, hogy a növényeknek az életben maradáshoz **fényre** és **vízre** is szükségük van. Milyen körülmények között kell tartanunk az egyes növényeket, hogy a feltételezést igazolni tudjuk? Alakítsd ki a kísérleti körülményeket!

Húzd be a környezeti feltételek nevét az egyes vizsgálatokhoz!
Vigyázz, több hely van, mint amennyire szükség lehet!

		fény van		fény nincs		víz van		víz nincs	
1. kísérleti helyzet	2. kísérleti helyzet	3. kísérleti helyzet	4. kísérleti helyzet	5. kísérleti helyzet	6. kísérleti helyzet				
									

[Vissza](#) [Tovább](#)

2.2.2.7. Arányossági gondolkodás

Az arányossággal kapcsolatos készségek (arányszámítás, mértékváltás, egyenes és fordított arányosság felismerése, arányos osztás, százalékszámítás) és az arányossági gondolkodás fejlesztése a matematika tananyagának részét képezi, de rendkívül fontos szerepet játszik a mindennapokban (G62. feladat) és a természettudományos tantárgyak tanulásában is.

Bár az arányossági gondolkodás intenzív fejlődése a 7–11. évfolyamra tehető, elemei az 5–6. évfolyamon is fejleszthetők és mérhetők (Csapó, 2004). Arányossági gondolkodásra van szükség például az oldatok összetételének meghatározásához (G63. feladat), a fizikai mennyiségek közötti kapcsolatok felismeréséhez (G64. és G65. feladat).

A fizikai mennyiségek közötti kapcsolatok megadása, a mérőszorozattal nyert adatsorok között az egyenes és a fordított arányosság felismerése a 6. évfolyamon és az azt követő időszakban sem könnyű feladat, többféle szint jelenhet meg a tanulók gondolkodásában (lásd pl. Zátanyi [2001] vizsgálatai). A különböző nagyságú, azonos minőségű anyagdarabok tömegének és térfogatának összehasonlításában megjelenő első szint a kvalitatív szint: minél nagyobb a tömeg, annál nagyobb a térfogat. A második

G62. feladat

Limonádét szeretnél készíteni. A recept szerint 1 liter vízben 5 kávéskanál cukrot kell feloldani, és ebbe kell belecsavarni 2 citrom levét. A limonádé ízét a víz, a cukor és a citromlé aránya határozza meg.



Válaszd ki a táblázatban azt az összetartozó víz/cukor/citrom mennyiséget, amellyel olyan ízű limonádét kapsz, mint a recept szerint készített! Kattints a táblázat megfelelő sora melletti gombra!

A víz mennyisége (liter)	A cukor mennyisége (kávéskanál)	A citrom mennyisége (darab)	
0,5	2,5	2	<input type="radio"/>
1,5	7,5	3	<input type="radio"/>
1	10	5	<input type="radio"/>
2	12,5	6	<input type="radio"/>

[Vissza](#)
[Tovább](#)

G63. feladat

Az oldatok témakör egyik feladatáént a tanulócsoporthoz az alábbi kártyákat kapták. Minden csoportnak töménységük szerint növekvő sorba kellett állítani az oldatokat. Végezd el te is a sorbarendezést! Húzd a kártyákat a megfelelő helyre!

20 gramm
vízben oldjatok fel
1 gramm sót!

100 gramm
vízben oldjatok fel
20 gramm sót!

50 gramm
vízben oldjatok fel
1 gramm sót!

20 gramm
vízben oldjatok fel
3 gramm sót!

1.

2.

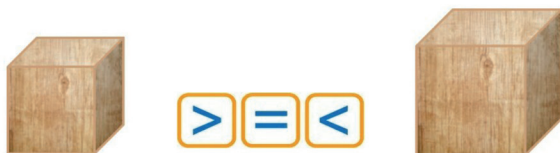
3.

4.

[Vissza](#)
[Tovább](#)

G64. feladat

Kockákat készítenek fából. Az egyik kocka térfogata kétszer akkora, mint a másiké. Melyik kockának nagyobb a tömege? Kattints a megfelelő relációs jelre!



Magyarázd meg, miért! A magyarázatot írd a téglalapba!

Vissza

Tovább

G65. feladat

A kenguru kétszer nagyobb sebességgel tud haladni, mint az elefánt. Döntsd el, igazak-e az állítások! Kattintással válaszolj!



A kenguru ugyanakkora távolságot kétszer több idő alatt tud megtenni, mint az elefánt.

Igaz.

Hamis.



Az elefánt feleakkora távolságot tud megtenni ugyanannyi idő alatt, mint a kenguru.

Igaz.

Hamis.

Vissza

Tovább

szintet a konkrét arányszámok megnevezése jelenti (ha kétszer nagyobb a tömeg, akkor kétszer nagyobb a térfogat is). A harmadik szint az arányszámok általánosítása (ahányszor nagyobb a tömeg, annyszor nagyobb a térfogat is); a negyedik az egyenes arányosság megnevezése (a tömeg és a térfogat között egyenes arányosság van). A G64. feladatban főként második szintű magyarázatok várhatók.

Arányossági gondolkodás szükséges a levegő oxigéntartalma és a tengerszint feletti magasság közötti összefüggés megértéséhez, vagy a méretarány értelmezéséhez térképolvaskor (G66. feladat).

G66. feladat

Máté, Réka és Bence különböző méretarányú térképeken utazási célpontként fővárosunktól 10 cm távolságra lévő városokat jelölt meg. Melyik városba célszerű kerékpárral, autóval, repülővel eljutni? Válaszd ki mindegyik gyereknél a megfelelő közlekedési eszközt! Kattintással válaszolj!

Tanulók	Méretarány a térképen	Célszerű közlekedési eszköz
Máté	1 : 1 500 000	<input type="radio"/> kerékpár <input type="radio"/> autó <input type="radio"/> repülőgép
Réka	1 : 40 000	<input type="radio"/> kerékpár <input type="radio"/> autó <input type="radio"/> repülőgép
Bence	1 : 11 600 000	<input type="radio"/> kerékpár <input type="radio"/> autó <input type="radio"/> repülőgép

[Vissza](#)
[Tovább](#)

G67. feladat

A táblázat egy elejtett (szabadon eső) test által függőlegesen lefelé megtett utat mutat az elejtés pillanatától kezdve. Vizsgáld meg, hogy milyen messzire kerül a test az elejtés helyétől, majd válaszolj a kérdésekre!

Kattints a legördülő listában a válaszra!

Idő (s)	Hely (cm)
0	0
0,1	5
0,2	20
0,3	45
0,4	80
0,5	125
0,6	180

Melyik az a két időpillanat, amelyek között a legrövidebb utat tette meg a test?

Válassz!

Melyik az a két időpillanat, amelyek között 35 cm utat tett meg a test?

Válassz!

Hogyan változik a test által 0,1 másodpercenként megtett út hossza?

Válassz!

Hogyan mozog a test? Válassz!

[Vissza](#)
[Tovább](#)

Legördülő listában (a feladatban levő sorrendben):

Válassz! 0-0,1 s / 0,1-0,2 s / 0,2-0,3 s / 0,3-0,4 s

Válassz! 0,1-0,2 s / 0,2-0,3 s / 0,3-0,4 s / 0,4-0,5 s

Válassz! ugyanolyan mértékben nő / ugyanolyan mértékben csökken /
nem ugyanolyan mértékben nő / nem ugyanolyan mértékben csökken

Válassz! gyorsul / lassul / egyenletes a sebessége

Az 5–6. évfolyamon végezhető olyan egyszerű kísérletek, amelyek alapján adatok közötti összefüggést tudnak megfigyelni a tanulók. Például megvizsgálhatják, hogyan változik egy szabadon eső test által megtett út hossza az idő függvényében (*G67. feladat*), vagy hogyan függ a fotoszintézis mértéke a fényintenzitástól és a széndioxid-koncentrációtól.

2.2.2.8. Valószínűségi gondolkodás

A tudományos gondolkodás és a hétköznapi életben való tájékozódás egyaránt megkívánja a valószínűségi döntések meghozatalát (*Bán, 1998; Kovács, 2013*). A természettudományokban számtalan olyan jelenség létezik, amely valószínűségi összefüggésen alapul. A legtöbb olyan természeti folyamat kimenetele, amelyet sok tényező határoz meg, valószínűségi természetű (pl. ha elvetjük a magot, valószínűleg kikel; bizonyos időjárási körülmények egybeesése árvizet eredményezhet). Ez szükségessé teszi, egyben lehetőséget is kínál arra, hogy az iskolai oktatás kezdetétől beépüljön a természettudományok tanításába a valószínűséggel kapcsolatos fogalmak megismertetése. A véletlenszerűség felismeréséhez szükség van a dolgok összefüggésének vagy függetlenségének ismertetére. *Piaget* (1970) megfigyelései szerint a kisebb gyermekek nem rendelkeznek ezekkel a képességekkel. Az események okainak megértését, két esemény véletlen előfordulásának felismerését is tanulniuk kell. *Piaget* szerint a műveletek előtti szinten a gyerekek ellentmondásosan viszonyulnak a véletlenhez. Úgy gondolják, hogy hasonló feltételek között a jelenségek mindig ugyanúgy játszódnak le; ha mégis ingadozást tapasztalnak, tagadják a jelenségek azonosságát. 7-8 éves kor körül már nem csodálkoznak az eltéréseken, sőt, előrejelzéseikben figyelembe is veszik azokat. Körülbelül 9 éves kortól az ingadozások magyarázatát is keresik. Annak kiszámításához, hogy egy esemény milyen valószínűséggel következik be, szükséges a kombinatív gondolkodás és az arányszámítás megfelelő fejlettsége, ezért a valószínűségi gondolkodás fejlődésében jelentős mértékű változás 11-12 éves kortól várható (*Inhelder és Piaget, 1984; Piaget és Inhelder, 1999*).

A valószínűségi összefüggések felismertetése azért fontos, mert a tananyagban túlsúlyban vannak a szükségszerű összefüggések, megnehezítve a valószínűségi gondolkodás fejlődését (*Bán, 1998*). A valószínűségi gondolkodás mérése az 1–6. évfolyamon a tanulók tapasztalataihoz kapcsolódóan valósítható meg (*G68. feladat*).

G68. feladat

Vannak olyan események, amelyek biztosan bekövetkeznek, és vannak olyanok, amelyek nem. Döntsd el, hogy ezek az események melyik csoportba tartoznak! Kattintással válaszolj!

Földrengéskor összedől a ház.

☐ Biztos.

☐ Nem biztos.

Aki megszületik, meghal.

☐ Biztos.

☐ Nem biztos.

Karácsonykor esik a hó.

☐ Biztos.

☐ Nem biztos.

A virágból termés fejlődik.

☐ Biztos.

☐ Nem biztos.

☐ Vissza

☐ Tovább

2.2.2.9. Korrelatív gondolkodás

A korrelatív gondolkodás bizonyos valószínűséggel bekövetkező események közötti összefüggés felismerését teszi lehetővé; a világot leíró jellemzők közötti kapcsolatok, törvényszerűségek felismerésének alapja (Bán, 1998). Két alaptípusa különíthető el: az együttjárás és az okság, mindkettő fejleszthető természettudományos tartalmakkal. Például az élőlények életfeltételeinek tanulásakor meg lehet beszélni, mi történik, ha az élőlény hosszabb ideig nem jut táplálékhoz, vagy túl sok fát vágnak ki egy meredek hegyoldalon. Az együttjárás felismerése elősegíthető úgy, hogy a tanulók kész adatsorokat (például egy adott terület évi átlagos csapadékmennyisége és a termett búza mennyisége tíz év adatai alapján) vagy általuk, az osztálytársak körében mért adatsorokat (például a testmagasság és a testtömeg) elemeznek (G69. és G70. feladat).

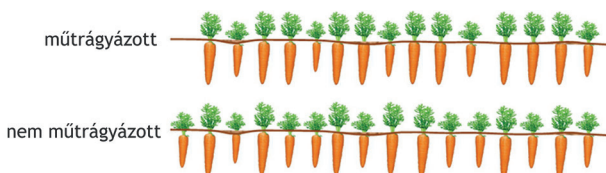
Inhelder és Piaget (1984) 5-15 éves gyerekek körében végzett vizsgálatainak során négy korrelációészlelési stratégiát írt le (lásd a kontingenciátáblázatot). A műveletek előtti gondolkodási szinten a gyerekek külön veszik figyelembe az a asszociációt, és nem ismerik fel, hogy a d esetek is bizonyító erejűek. A konkrét műveletek szakaszában jelenik meg a második és a harmadik stratégia. A második stratégia a kétváltozós táblázat soraiban vagy oszlopokban szereplő adatok összehasonlítását (pl. $a-b$, $a-c$), míg a harmadik a táblázat két átlójának összehasonlítását jelenti. Csak a formális műveletek szintjén jutnak el a diákok a negyedik stratégiához, a feltételes valószínűségek összehasonlításához.

Kontingenciatáblázat

A változó	B változó	
	B1	B2
A1	a	b
A2	c	d

G69. feladat (Philip Adey alapján)

Befolyásolta-e a műtrágyázás a répák nagyságát? Kattintással válaszolj!



A talajkezelés módja	A répák száma méret szerint	
	Kicsi	Nagy
Műtrágyázott	5	11
Nem műtrágyázott	9	7

☐ igen

☐ nem

☐ nem lehet eldönteni

☐ Vissza

Tovább ☐

G70. feladat

A hatodikosok iskolaorvosi vizsgálaton vettek részt. Ott megállapították, hogy vannak az osztályban túlsúlyos gyerekek. A következő táblázat a három osztály adatait mutatja.

Függ-e a túlsúlyosság attól, hogy az illető fiú vagy lány? Kattintással válaszolj!

Nem	Tanulók száma testsúly szerint	
	Normál testsúlyúak	Túlsúlyosak
Fiú	38	8
Lány	43	11

☐ igen

☐ nem

☐ nem lehet eldönteni

☐ Vissza

Tovább ☐

2.3. A természettudományos megismerés készségeinek fejlődése és online mérése az 1–6. évfolyamon

A természettudományos nevelés fontos feladata, hogy a diszciplináris ismeretek mellett a tanulók megismerkedjenek a tudomány természetével, működésével, a természettudományos kutatás alapvető módszereivel, a tudománytörténet jelentős korszakaival, kiemelkedő képviselőivel. A természettudományos megismerés elemei közé ismeret jellegű és procedurális elemek egyaránt tartoznak. Ezek egyszerűbb formái már a környezetismeret és a természetismeret tanítása során is előkerülhetnek tapasztalati szinten. A természettudományos kutatás módszerei közül először a megfigyeléssel, majd az egyszerűbb vizsgálatokkal, kísérletekkel ismerkednek meg a tanulók, és ezekhez kapcsolódóan becsléseket, méréseket végeznek, egyszerű folyamatokat modelleznek. A természettudományos megismerés során aktívan alkalmazzák az alapvető és az összetettebb gondolkodási műveleteket, visszahatásképpen a vizsgálatok fejlesztik ezeket a képességeket.

A MEGFIGYELÉS célirányos, tervszerű folyamat, ez különbözteti meg a környező valóság pusztá észlelésétől. Pontossága nemcsak érzékszerveink állapotától függ, hanem a megfigyelés módszereinek és eszközeinek megfelelő alkalmazásától is. A VIZSGÁLAT rendszeres és/vagy a megfigyelő személy beavatkozásával járó megfigyelés. A KÍSÉRLET mesterséges és szabályozható körülmények között zajló, irányított megfigyelés. Ez utóbbi a természettudományok legjellemzőbb megismerő módszere (*Wartofsky*, 1977). A tanórán inkább csak vizsgálatokra kerül sor, még ha az iskolai szóhasználat ezt gyakran kísérletnek is nevezi. Az iskolai, a tanulás célját szolgáló kísérletek (demonstráló, igazoló, kutató) nem elégitik ki teljes mértékben a tudósok által végzett természettudományos kísérletek kritériumait, de követik a természettudományos kutatások lépéseit, ezért alkalmasak a kutatási tevékenység mögött meghúzódó gondolkodásmód közvetítésére. A problémák és kérdések által vezérelt, a tanulók vizsgálódásán alapuló problémaalapú és kutatásalapú tanítás – amely egyre inkább teret hódít napjainkban – a természettudományos gondolkodásmód kialakítását helyezi a középpontba.

Ebben a részben először bemutatjuk, hogy a különböző életkori, iskolázási szakaszokban hogyan fejleszthetők a természettudományos megismerés és vizsgálódás elemei, figyelembe véve a tantervi követelményeket. Ezt követően példákat mutatunk arra, hogyan követhetjük nyomon az online diagnosztikus méréssel a természettudományos vizsgálódás készségeinek fejlődését.

2.3.1. A kutatási készségek fejlődése

A természettudományos gondolkodás specifikus elemeinek (a tudományos megismerés módjairól való tudás, az empirikus vizsgálatokhoz, a modellalkotáshoz, a tudás adaptivitásának teszteléséhez szükséges készségek és képességek) fejlődése hosszú folyamat. A természet iránti érdeklődés a gyerekekben korán felébred, amit az iskola már a kezdeti szakaszban kihasználhat a természettudományos gondolkodás fejlesztése során (Nagy L.-né, 2008).

Az 1–2. évfolyamon az elképzelések, kérdések megfogalmazása, egyszerű MEGFIGYELÉSEK tervezése, végzése a megfigyelési eredmények megfogalmazása kerül előtérbe. A tapasztalatszerzés a tanulók közvetlen környezetében található természetes és mesterséges környezethez kötődik. A természeti jelenségek, élőhelyek megfigyelésére, valamint a növények, állatok érzékelhető tulajdonságainak, életmódjának, viselkedésének, az életjelenségek változásának megismerésére vonatkozik előzetesen adott megfigyelési szempontok, kérdések alapján. A tapasztalatok kifejezése szóban, rajzban, majd az íráskészség fejlődésével írásban is lehetséges tanítói segítséggel. Az észlelési tudatosság megfigyelési szempontok adásával fejleszthető, ügyelve a fokozatosságra. Kezdetben a tanulók a tárgyak vagy jelenségek egy tulajdonságát tanulmányozzák. Majd adhatunk olyan feladatokat, amelyekben egy érzékszervvel az objektumok több tulajdonságát kell észlelni, illetve dolgokat kiválasztani egy vagy több jellemző tulajdonság alapján. Ezeket követhetik a több érzékszervet is bekapcsoló, többféle tulajdonságra figyelő tapasztalatszerzési lehetőségek. A különböző érzékszervekkel észlelt információk feldolgozása magában foglalja a sorbarendezeit, az osztályozást, a térbeli kapcsolatok felismerését, a mérést és a számszerűsítést.

Az adatgyűjtés a megfigyeléseken kívül megvalósítható egyszerű VIZSGÁLATOKKAL, MÉRÉSEKKEL is. Az anyagok, tárgyak néhány alapvető mérhető tulajdonságának vizsgálata lehetővé teszi a becsléssel és a méréssel való ismerkedést, a mérőeszközök, a mértékegységek, az egyszerű vizsgálati eljárások megismerését. Ebben az életkorban a mérési eredmények rögzítése, ábrázolása, összehasonlítása, a tapasztalatok megfogalmazása, értelmezése tanítói segítséget igényel. Fontos, hogy a tevékenységek egyszerűek, könnyen kivitelezhetők, rövidek, változatosak legyenek, mivel a gyerekek kézügyessége, mozgáskoordinációja kevésbé fejlett, az azonnali eredményeket szeretik, a hosszabb kísérletek során elveszítik érdeklődésüket, figyelmük lankad.

A 3–4. évfolyamon a MEGFIGYELÉSEK egyre nagyobb önállósággal zajlanak. A tanulók megfigyelik az élőlények tulajdonságait, életjelenségeit és az azokban bekövetkező változásokat, a különböző állatok viselkedését, életmódját, az élőhelyükhöz és más élőlényekhez fűződő kapcsolatokat; információt gyűjtenek a térről, a környezet anyagairól. Sor kerül a megfigyelt anyagi tulajdonságok összehasonlítására, csoportosítására, rendszerezésére.

Folytatódik a mindennapi életben fontos mennyiségekre vonatkozó BECSLÉS ÉS MÉRÉS. A tanulók megfigyelik, megméri az időjárási elemeket; távolság-, terület-, időtartam-becsléseket és -méréseket végeznek. Tanítói segítséggel képesek egyszerű vízvizsgálatok megtervezésére; a folyamatok, jelenségek, változások kísérleti körülmények között való megfigyelésére, értelmezésére (pl. levegő-, víz- és talajvizsgálatok, a növények, állatok környezeti feltételeinek vizsgálata). A vizsgálatok, kísérletek elősegítik a közvetlen és a közvetett tapasztalatszerzés megkülönböztetését. A tapasztalatokat kifejezhetik szóban, írásban vagy rajzos formában (pl. adatok, tények leírása; ábra, tábló, egyszerű modell készítése).

A 3–4. évfolyamon a megfigyelésekhez, vizsgálatokhoz, kísérletekhez kapcsolódó gondolkodási műveletek köre bővül (pl. oksági összefüggések keresése a kísérleti és a mindennapi tapasztalatok között; a megfigyelési tapasztalatok alapján összehasonlítások végzése, azonosságok, különbségek felismerése, csoportosítások végzése egyre nagyobb fokú tanulói önállósággal). Ebben az életkorban a tanulók kezdik felismerni a különbséget a megfigyelés és a következtetés, illetve a tény és a vélemény között. Elkezdődhet az ismerkedés a közvetlen tapasztalás útján nem megszerezhető ismeretek forrásaival, az egyszerűbb ismerethordozók körében való tájékozódással. A változók elkülönítése azonban még nehéz; a tanulók lépésről lépésre gondolkodnak, anélkül, hogy össze tudnák kötni a lépéseket. Ebből adódóan a tevékenységek tervezésénél célszerű figyelni arra, hogy a feladatokban kevés számú változó szerepeljen. A tanulmányok kezdeti szakaszában is fontos a természettudományos vizsgálódás, a tudósok munkája iránti érdeklődés felkeltése; annak megmutatása, hogy a természetről szerzett ismereteket megfigyelés, mérés, vizsgálódás, kísérletezés útján lehet megszerezni.

Az 5–6. évfolyamon az előző szakaszokban végzett megfigyelések, mérések, vizsgálatok elemei bővülnek. Tanári segítséggel, irányított formában a tanulók képesek a környezetre vonatkozó problémák önálló megfo-

galmazására; egyszerű kísérletek tervezésére; előrejelzések megfogalmazására; kísérlet végrehajtására; a megfigyelések, tapasztalatok saját szavakkal való megfogalmazására, rögzítésére; az előzetes elképzelések és a tapasztalatok, mérési eredmények összevetésére, az eltérések okainak keresésére; a mérés pontosságának értékelésére. Az eredmények rögzítése változatos formában kérhető (pl. adatok, tények leírása; rajz, ábra, diagram, térkép-vázlat, tábló, terepmodell készítése; gyűjtemény összeállítása). A vizsgálatok számos témára vonatkozhatnak (pl. a környezetben megnyilvánuló kölcsönhatások, változások; különböző élőlények, jelenségek minőségi és mennyiségi jellemzőinek összehasonlítása, mérése; időjárási elemek rendszeres észlelése, mérése). Megjelenhet a modellalkotás is egyszerű formában (pl. az anyagot felépítő részecskék; a víz felszíninformáló munkája, a felszíni alapformák kialakulása), illetve az adatgyűjtés szimuláció alapján.

Megfelelő tanári útmutatással a tanulók képesek a különböző ismerethordozók használatára, információk keresésére természettudományos könyvek, lexikonok, térképek segítségével; információk gyűjtésére különböző helyszíneken és forrásokból (pl. valóságos környezet, múzeumi kiállítás, ismeretterjesztő műsorok, reklámok); a megszerzett információk értelmezésére, megvitatására; egyszerű ábrák, adatsorok, diagramok, grafikonok készítésére, értelmezésére. Fontos, hogy felismerjék, az adatok minősége függ az adatforrástól és az adatgyűjtés módjától, és megértsék, mikor tekinthető az információ tudományosnak.

Az 5–6. évfolyamon a tanulók már kezdenek könnyedén kezelni két vagy több változót, megérteni logikai összefüggéseket, valamint múltbeli tapasztalatok alapján változásokat előre jelezni. Kezd kialakulni a hipotézisalkotás és az egyszerű hipotézisek ellenőrzésének képessége. Már képesek arra is, hogy bonyolultabb környezeti szituációkban kiszűrjék a lényeges tényezőket, és tisztázzák a problémát.

2.3.2. A kutatási készségek online mérése

A természettudományos kísérlet menete a kutatás meghatározott lépéseinek adott sorrendben kivitelezett komplex folyamata. A tudományos kutatás alapvetően problémamegoldó tevékenység (*Laudan, 1977*), ezért menetében a problémamegoldás általános szakaszai (*Pólya, 1969*) jelennek meg. A természettudományok tanulása során fejlesztendő kutatási készségek

meghatározására irányuló törekvések követik a természettudományos kutatás folyamatát. A kutatásalapú tanulásban is – amelynek során a tanulók konkrét természettudományos problémákat, jelenségeket vizsgálnak, alapvetően saját érdeklődésük és értelmezésük alapján megfogalmazott kérdésekkel strukturálva a megoldás keresését, a tudásszerzés folyamatát – a tudományos kutatás és a problémamegoldás menete jelenik meg:

- (1) a problémahelyzet felismerése: a probléma egyszerűsítése, reprezentációja; lényegi kérdés megfogalmazása; információk, módszerek és eszközök kiválasztása, konstruálása;
- (2) a probléma vizsgálata: vizualizáció, ábrakészítés; előfeltevések/hipotézisek megfogalmazása; alternatív megközelítések és módszerek átgondolása; kísérleti változók azonosítása, beállítása; tervszerű, rendszerezett adatgyűjtés; az adatok rögzítése, elemzése, számítások elvégzése; a (rész)eredmények bemutatása és értékelése;
- (3) a megoldás kidolgozása: következtetések, érvek megfogalmazása; az előfeltevés igazolása/cáfolata; általánosítás, elméletalkotás;
- (4) az eredmény hatékony kommunikációja, közlése és megvitatása; hatékonyság vizsgálata; összekapcsolás más problémákkal.

A kutatásalapú tanulás megközelítéshez kapcsolódóan a kutatási készségek rendszerezésére többféle modell született, melyek közül *Fradd, Lee, Sutman és Saxton* (2001) rendszerét vettük alapul a diagnosztikus mérés megtervezéséhez. Ebben a kutatási készségek hat kategóriát képeznek: (1) kérdésfelvetés, hipotézisalkotás; (2) tervezés (módszerek, eljárások, szükséges anyagok és eszközök, kísérleti elrendezések megválasztása, a kísérlet lépéseinek meghatározása, változók azonosítása és kontrollja); (3) kutatás kivitelezése (a kísérleti terv megvalósítása, megfigyelés, adatgyűjtés); (4) következtetés (adatok elemzése, magyarázat, következtetések megfogalmazása); (5) eredmények bemutatása; (6) alkalmazás.

Annak meghatározásához, hogy a kutatási készségek közül az 1–6. évfolyamon a diagnosztikus mérésbe melyek vizsgálatát célszerű bevonni, *Piaget és Inhelder* (1999) kutatási eredményei szolgáltak alapul. Az észlelési cselekvések (exploráció stb.) az életkorral természetes módon fejlődnek. Egy 9-10 éves gyermek olyan viszonyításokat és irányokat (észlelési koordináták) is figyelembe vesz, amelyeket egy 5-6 éves nem, jobban megvizsgálja az alakzatokat, pontosabban észleli, kiigazítja az érzéki csalódásokat, torzításokat. Az észlelési állandóságok vagy konstanciák

(a forma, a nagyság és a tárgy állandósága) már az első életévben megjelennek, és fejlődnek körülbelül 10 éves korig. Az 5-7 évesek a távoli tárgyak nagyságát némileg alábecsülik, majd az idősebb gyermekek és a felnőttek túlbecsülik (többletkonstancia-túlkompenzálás révén), de az észlelési kompenzációk mechanizmusa már 6-17 hónapos kortól érvényesül, tehát mintegy 7 évvel megelőzi a műveleti kompenzációkat (a deduktív kompenzációk mechanizmusa ugyanis 6-7 éves korig, a műveletek előtti időszakban hiányzik). Ennek oka, hogy az észlelési állandóságok esetében a tárgy a valóságban nem változik meg, csak látszólag, az alany nézőpontjából. Ebben az esetben nincs szükség okoskodásra a látszat kiigazításához, elegendő az észlelési szabályozás. A megőrzések (az anyag mennyisége, térfogat) esetében viszont a tárgy a valóságban is megváltozik, és a változatlanság megértéséhez műveletekkel kell kialakítani a kompenzációkról gondoskodó átalakítások rendszerét. A fizikai fogalmak kialakulásához szükség van az észlelési információkra, de nem alakíthatók ki logikai-matematikai szerveződés nélkül.

A konkrét műveletek szakaszában már kialakul néhány alapvető fogalmi kategória, amely lehetővé teszi a környezetben megfigyelt objektumok és történések megnevezését. A környezet értelmezését lehetővé tevő hipotézisalkotás és deduktív gondolkodás a „ha..., (és...), akkor..., (de...), tehát...” típusú sémákban jelenik meg. Innen a továbblépés (az egyéni adottságok és környezet miatt) hosszabb átmenettel történik, de a 11-12. életév, az 5-6. évfolyam időszakára a gyerekek gondolkodását már a formális műveletek jellemzik. Megjelenik az oksági, prediktív szemlélet, a gondolkodási séma egy változó szisztematikus beállításával bővíthet, ezzel tovább fejlődik a hipotézisállítás és a bizonyítás/cáfolat képessége (pl. az inga lengésidejét befolyásoló változók vizsgálata, a súly és az ingahossz változtatása). A gyerekek mindennapi tapasztalatai is segítik a vizsgálatok tervezését, így például ráérezhetnek a „fair/unfair” helyzetekre (Wollman, 1977; Lawson, 2004).

A természettudományos vizsgálódásra, kutatásra vonatkoztatható konklúzió, hogy az alacsonyabb gondolkodási szint feltétele a következőre lépésnek, egy magasabb szintű hipotézis tesztelése feltételez egy előző szintű konstrukciót. Másik lényeges tanulság az egyéni különbségek, sajátosságok figyelembevételének fontossága.

A továbbiakban a kutatási készségek mérési lehetőségeinek leírásánál a kutatási folyamat menetét és a kognitív fejlődést együttesen vesszük figyelembe (Zimmerman, 2000, 2007). A bemutatott példák

főként az 5–6. évfolyamtól használhatók, mivel fiatalabb korban megoldásuknak még nincs meg a kognitív előfeltétele. Ezek a feladatok még a középiskolások körében is alkalmazhatók, még ebben az életkorban is differenciálnak. Ez azt mutatja, hogy a természettudományos megismerésre vonatkozó tudás és a kutatási készségek fejlesztése elhanyagolt terület a hazai közoktatásban (Korom, B. Németh és Pásztor, 2015).

2.3.2.1. Kérdésfelvetés, kutatási kérdés megfogalmazása

A természettudományos vizsgálatok során a tanulók saját érdeklődéséből fakadó spontán kérdéseitől el lehet jutni egy probléma lényegi kérdéséig, ami kutatható és a hozzáigazított módszerekkel megválaszolható. Ehhez szükséges a kérdéstípusok és szintek megkülönböztetése, a kutatható kérdés felismerése, az elméleti kérdések gyakorlatban vizsgálható kutatókérdéssé alakítása (Veres, 2010). A kérdéstípusok közül a legfontosabbak a lényegi, a kutató-, a tervező- és a rendszerezőkérdések. A lényegi kérdés: átfogja a vizsgált problémát; alapvető fogalmakra, elméletekre alapozódik; mozgósítja a meglévő tudást; további kérdések, kutatási lépések következnek belőle; feltevések megfogalmazására ösztönöz; kapcsolódik a tanulók mindennapi élettapasztalataihoz; felhasználható más helyzetek és problémák vizsgálatában. A kutatókérdés: további kutatási lépések kiindulópontja; a kutatás gyakorlatát irányítja; alapfogalmakhoz kapcsolódva elvezet a részletesebb magyarázatok felé. A tervező-/stratégiai kérdés: a konkrét kutatási tevékenység tervezésére irányul; segíti a kutatási cél elérését, a gondolkodási útvonal tervezését, az idő és az információk kezelését (pl. Milyen kérdéseket kell még feltenni? Hogyan kellene módosítani a kutatási tervet?). A rendszerező-/szűrőkérdés: a feltárt információk megbízhatóságára, fontosságára, használhatóságára irányul (pl. Mely információkat érdemes megtartani? Felhasználhatók-e ezek az információk a feltett kérdések megválaszolásában? Megbízhatók-e ezek az információk?).

A kérdésfeltevés fejlődésének indikátora lehet: a természettudományosan vizsgálható kérdések általában való felismerése; a vizsgálat lényegi kérdésének felismerése, megfogalmazása; konkrét kérdések megkülönböztetése vizsgálhatóságuk alapján; a nem vizsgálható kérdések átfogalmazása konkrét vizsgálatra irányuló kutatókérdésre; egymásra épülő, egymásból következő kérdések megfogalmazása.

Ebben a korosztályban a kérdéstípusok elkülönítése intuitív módon, konkrét jelenségekhez kötődően várható el anélkül, hogy a tanuló tudatosan azonosítaná, megnevezné azokat. A *G71. feladat* egy videón látott jelenséghez kapcsolódó kérdéseket tartalmaz, amelyekről el kell dönteni, hogy megválaszolhatók-e a látottak alapján vagy további vizsgálatot igényelnek. A kutató típusú kérdésekre pusztán a videó alapján nem lehet válaszolni, nyitott problémák, amelyek alkalmasak a kutatási folyamat továbbvitelére.

A *G72. feladattal* azt vizsgálhatjuk, képes-e a tanuló eldönteni egy kísérlet eredményei alapján, hogy a megadott kutatási kérdések közül melyekre kaphat választ a kísérlettel.

2.3.2.2. Hipotézisalkotás, előrejelzés

A hipotézisállítás és az előrejelzés közötti lényegi különbség, hogy a hipotézis vagy előfeltevés valamely változás vagy folyamat oksági vizsgálatára használható fel, míg az előrejelzés egy változás vagy folyamat várható kimenetelére. A hipotézisállítás a tudományos vizsgálat kiindulópontja, amelynek igazolására vagy cáfolatára a további kísérleti munka felépíthető. A hipotézis forrása lehet a tapasztalat, a közvetlen megfigyelés, ténymegállapítás. Ebben az esetben a hipotézis induktív általánosításnak tekinthető. A hipotézis másik forrását képezheti egy alapelv, ez esetben a hipotézis mint deduktív következtetés értelmezhető, amely az általános elvet egy egyedi esethez kapcsolja. A tanulók előzetes elképzelései is lehetnek hipotézisek kiindulópontjai. A hipotézisnek természettudományos módszerekkel vizsgálhatónak kell lennie.

A hipotézisállítás képességének működéséhez elengedhetetlen a bizonyítás, a modellalkotás és a tényeken alapuló magyarázat. Fejlődési indikátora lehet: a tényekre alapozottság, a lényeges tulajdonságok, körülmények figyelembevétele; korábbi tapasztalatokból levont következtetés, ismert fogalmak beépítése; nehezen ellenőrizhető jelenségek végbemenetelére vonatkozó hipotézisállítás; jelenségek vizsgálati módszereire vonatkozó elképzelés; adott tényre, jelenségre vonatkozó többféle lehetséges elképzelés figyelembevétele; az előfeltevések, elképzelések bizonyításának igénye.

Előrejelzéseket a tanulók megfigyelt tényekre, mért adatokra alapozva fogalmazhatnak meg. Ennek során felhasználhatják a korábban megkonstruált hipotéziseiket, amelyeket az előrejelzés igazolhat. Az előrejelzés szerepének, megbízhatóságának megismerése, személyes átélése erősítheti a tudomány iránti közbizalmat, segíti a tanulókat a jóslás és az előrejelzés megkülönböztetésében.

G71. feladat

Az alábbi videó egy lombikban lévő sóoldatban végbemenő változást mutat be. A kérdések a bemutatott jelenséghez kapcsolódnak.

A videó lejátszásához kattints a képre!



Válaszd ki, melyik kérdésre tudnál válaszolni a látott jelenség megfigyelése alapján, és melyikre további kísérlettel! Kattints a válaszra!

Milyen halmazállapot-változás történt?

☐ Megfigyelés.

☐ Kísérlet.

Volt-e szerepe a hőmérsékletnek a folyamatban?

☐ Megfigyelés.

☐ Kísérlet.

Befolyásolta-e a sóoldat koncentrációja a folyamatot?

☐ Megfigyelés.

☐ Kísérlet.

Honnan indult el a változás?

☐ Megfigyelés.

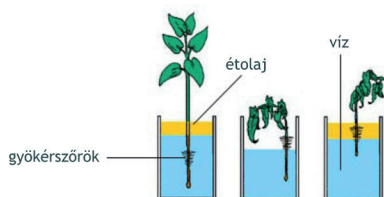
☐ Kísérlet.

☐ Vissza

Tovább ☐

G72. feladat

A gyerekek palántanövényekkel kísérleteztek. A vizsgálat a rajzon látható eredménnyel zárult. Választ kaphattak-e a következő kérdésekre? Kattintással válaszolj!



Hol történik a vízfelszívás?

☐ Igen.

☐ Nem.

Szüksége van-e a növényeknek vízre?

☐ Igen.

☐ Nem.

Befolyásolja-e a víz felszívását a levelek száma?

☐ Igen.

☐ Nem.

Befolyásolja-e a hőmérséklet a vízfelszívást?

☐ Igen.

☐ Nem.

☐ Vissza

Tovább ☐

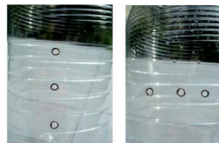
Az előrejelzéshez szükséges az ellenőrizhető tényekre alapozó szemlélet, a valószínűségi és az analógiás gondolkodás. Az előrejelzés fejlődési indikátora lehet: az előzetes elképzelések, elméletek megfelelő beépítése; a valószínűség megfelelő értelmezése és kezelése; az előrejelzés kapcsolatba hozása megfigyelési adatokkal, kísérleti eredményekkel; információk és megfigyelési adatok alapján igazolható interpoláció, extrapoláció; előrejelzések igazolása tények, elméletek alapján.

A hipotézisalkotást közvetlenül nehéz online feladatokkal mérni, ezért konkrét vizsgálatok elemzéséhez kötődve a felállítható hipotézis(ek) felismerését mértük. A *G73. feladat*ban a kutatási kérdés és a kísérleti leírás alapján kell kiválasztani, hogy a megfogalmazott hipotézisek közül melyek tesztelésére volt alkalmas a kísérlet.

A *G74. feladattal* azt vizsgálhatjuk, hogy a tanuló képes-e egy kérdés megválaszolására felállított hipotézisek közül kiválasztani, melyiket igazolta a hipotézisek tesztelésére tervezett kísérlet eredménye. A feladat megoldásához a kísérleti eredmény és a hipotézisek összevetése szükséges.

G73. feladat

A tanulók a víz súlyából származó nyomást tanulmányozták. Olyan műanyag palackokkal kísérleteztek, amelyeket három helyen kilyukasztottak a képeken látható módon. A palackokat teletöltötték hideg csapvízzel, miközben befogták a lyukakat. Majd elvették a kezüket a lyukakról és megfigyelték az azokon kifolyó vízsugarakat. Azt vizsgálták, milyen messze jutnak el egymáshoz képest a vízsugarak.



A kísérlet elvégzése előtt hipotéziseket állítottak fel.

Meg tudták-e vizsgálni a kísérlettel a következő hipotéziseket? Kattintással válaszolj!

Ha a lyukak vízszintes vonalban helyezkednek el egymáshoz képest, akkor a vízsugarak egyforma távolságra jutnak el.

☐ Igen.

☐ Nem.

Ha a lyukak függőleges vonalban helyezkednek el egymáshoz képest, akkor a legalsó lyukból jut el legmesszebbre a vízsugár.

☐ Igen.

☐ Nem.

Ha a víz szintje csökken a palackban, akkor egyre kisebb távolságra jutnak el a vízsugarak.

☐ Igen.

☐ Nem.

Ha meleg a víz, akkor távolabbra jutnak el a vízsugarak, mint a hideg víz esetében.

☐ Igen.

☐ Nem.

☐ Vissza

Tovább ☐

G74. feladat

Mi történik, ha egy szobában hagyunk egy pohár vizet, és nem fedjük le?

Bori szerint a víz egy része elpárolog.

János szerint nem történik változás.

Gábor szerint a levegőből pára csapódik le a pohárra.



Hipotéziseik vizsgálatára a következő kísérletet végezték el. Fűtött teremben kétkarú mérlegen kiegyensúlyoztak egy pohár vizet, a poharat nem fedték le. Két nap múlva azt tapasztalták, hogy a mérleg karja a súlyokat tartalmazó serpenyő irányába billent.

Kinek a hipotézisét igazolta a kísérlet? Kattints a nevére!

Boriét

Jánosét

Gáborét

[Vissza](#)

[Tovább](#)

2.3.2.3. Kísérlet tervezése, kivitelezése

A kísérlet tervezése valamely előfeltevés igazolására vagy cáfolatára alkalmas rendszer és tevékenység összeállítását jelenti. A kísérleti terv végrehajtása, kivitelezése során a gyakorlati készségek egész sorára van szükség, ami a tanulók manuális készségének és fegyelmezettségének fejlődésével is összefüggésben áll. Az aktív tanulási módszerek alkalmazása során a tanulókat a kísérlet tervezésébe is célszerű mielőbb bevonni, mivel ennek során olyan gondolkodási műveletek elvégzésére van szükség, amelyek összefüggnek a tudás alkalmazhatóságával, a mindennapi életben is felhasználható természettudományos műveltséggel.

A kísérlet tervezéséhez a rendszerszemléleten kívül szükséges a változók azonosítása és kezelése, a kombinatív gondolkodás, a kísérleti és mérőeszközök ismerete, biztonságos és hatékony használata. A változók azonosításához és kezeléséhez elengedhetetlen: a függő és független változók megkülönböztetése; annak felismerése, hogy a független változó értékének változása hatást gyakorol a függő változó értékére, és egyszerre csak egy független változót változtathatunk meg; annak megértése, hogy a mérés bizonytalansággal jár (Duggan és Gott, 1995). A tanulóknak ismerniük kell a pontos mérés mibenlétét (pl. több mérést végzünk, a megismételt mérések átlagával számolunk; előfordulhatnak abnormális, nem várt adatok).


A kísérletezés fejlődési indikátora lehet: alapvető elméletekből való kiindulás hiányos információk birtokában vagy továbbgondolást igénylő esetekben; adott kérdéssor alapján kísérlet tervezése; megfelelő kísérleti lépéssor megtervezése; a változók azonosítása; adott kísérlet sikeressége érdekében keresendő vagy mérendő adat azonosítása; a tervezett és végbe-ment/végrehajtott vizsgálatok összevetése.

A kísérletek tervezésének fontos mozzanata a folyamat lépésekre bontása és a lépések sorrendjének megállapítása. Ez a kísérlet pontos kivitelezésének és megismételhetőségének alapja. A folyamat lépésekre bontása nem egyszerű, de segíthető olyan technikákkal, amelyek vizuálisan is megjelenítik, rendszerezik a részekre bontott munkafolyamatot. A *G75. feladat* azt méri, hogy a közetek keménységének megállapítására alkalmas vizsgálat leírása alapján el tudja-e készíteni a tanuló a vizsgálat folyamatábráját a megadott séma kiegészítésével.

A vizsgálat tervezését mérhetjük olyan feladattal is, amelyben egy vizsgálat lépéseinek helyes sorrendjét kell megadni. Ebben az esetben a megoldáshoz tantárgyi ismeretek is szükségesek (*G76. feladat*).

G75. feladat

Az alábbi egyszerű vizsgálati módszerrel megállapítható a közetek keménysége.



Ha a közet...

- ... az üveget karcolja, kemény;
- ... az üveget nem, de a márványt karcolja, félkemény;
- ... sem az üveget, sem a márványt nem karcolja, puha.

Egészítsd ki a közetvizsgálat folyamatábráját! Húzd a kifejezéseket a megfelelő helyre!

Kemény
Karcolja-e a márványt?
Karcolja-e az üveget?
Közet
Félkemény

Igen.

Nem.
↓

Igen.

Nem.
↓

Puha

Vissza
Tovább

G76. feladat

Ha valamilyen nagy nedvességtartalmú zöldségbe vagy gyümölcsbe két különböző fémdarabot szúrunk, akkor a fémek között feszültség jön létre. Te is össze akarsz állítani egy ilyen elemet. Milyen sorrendben végeznéd el a műveleteket?

Kattintással válaszolj! A kattintások sorrendje számít.



Elektromos vezetékekkel egy mérőműszerhez csatlakozom a fémeket.

Beleszúrom a fémeket a burgonyába.

Csiszolópapírral megcsiszolom a fémeket.

Kiválasztok két különböző fém.

Vissza

Tovább

A kísérlettervezés fontos eleme a rendelkezésre álló eszközök, anyagok közül a kísérlet céljának megfelelőek kiválasztása (G77. feladat) és a módszer, eljárás megválasztása (G78. feladat).

G77. feladat

A tanulók azt vizsgálják, hogyan viselkednek a folyadékok hajszálcsövekben, vagyis vékony csövekben. Különböző folyadékokat tartalmazó poharakba mindkét végén nyitott, vékony csöveket helyeznek. Azt figyelik meg, hogy milyen magasra emelkedik a csőben a folyadék a pohárban lévő folyadékszinhez képest.

Melyek azok az eszközök és anyagok, amelyeket érdemes felhasználni a kísérlethez, és melyeket nem? Folytasd a csoportosítást! Húzd a megfelelő halmazba az eszközök és az anyagok nevét!



homok

étolaj

mérleg

mérőhenger

Szükségesek a kísérlethez

víz

pohár

vékony üvegcső





Nem szükségesek a kísérlethez

Vissza

Tovább

G78. feladat

Az a feladatod, hogy vízkiszorításos módszerrel határozd meg a képeken látható dolgok térfogatát. Lehet-e alkalmazni ezt a módszert a következő tárgyaknál?
Kattintással válaszolj!

Szőlőfürt	Szivacs	Kockacukor	Üveggolyó
			
<input type="radio"/> Lehet.	<input type="radio"/> Lehet.	<input type="radio"/> Lehet.	<input type="radio"/> Lehet.
<input type="radio"/> Nem lehet.	<input type="radio"/> Nem lehet.	<input type="radio"/> Nem lehet.	<input type="radio"/> Nem lehet.

☐ Vissza ☐ Tovább

A változók azonosítása és kezelése a kísérlettervezés legkritikusabb pontja. Mivel általános iskolában a változók típusainak megnevezésére nem kerül sor, sőt a középiskolában sem fordítanak erre figyelmet, a feladatokban megadtuk a változók típusait, és értelmeztük azokat. A *G79. feladat*ban egy vizsgálat elemzése révén kell felismerni a változók három alaptípusát, meg kell állapítani, hogy mi változhat szabadon, mi az, ami ettől függő értéket mutat, és milyen tényezők rögzítése szükséges a pontos méréshez.

A *G80.* és a *G81. feladat* egy-egy kísérleti helyzet kialakítása révén közvetve méri a változók azonosítását.

A *G82. feladat* interaktív módon méri a változók kezelését, a kísérleti elrendezés kialakítását. A felsorolt anyagokat úgy kell elhelyezni négy kémcsőben, hogy a négyféle kombináció alkalmas legyen a kiinduló kérdés vizsgálatára. Ehhez a tanulónak fel kell ismernie az oldószer és a jelzőanyag szerepét. A kísérleti elrendezés összeállításánál ügyelnie kell arra, hogy az összeállításokban szerepeljen az élő minta (élesztő) és a tápanyag (cukor) külön-külön és együttesen is egy-egy kémcsőben, valamint legyen egy „vakpróba” vagy kontroll (desztillált vizet és jelző anyagot tartalmazó kémcső). A felismerendő séma az „egyik/másik/mindkettő/egyik sem” logikai elv, amelynek alkalmazását hasonló kísérleti feladatok elvégzésével lehet fejleszteni.

G79. feladat

Egy iskolai foglalkozáson a tanulók az ókori görög hajókat tanulmányozták. Annak eldöntésére, hogy melyik irányba úszik gyorsabban a hajó, kísérletet végeztek. Maketteket készítettek a görög hajókról, amelyeket egy vízzel töltött csatornában úsztattak.

A kísérlet előtt:

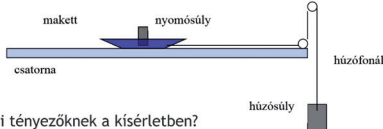
- egy fonálra függesztett súlyt kötöttek a makettek, amely egyforma nagyságú és egyenletes erővel húzta a hajókat;
- az azonos merülési mélységet a hajókba helyezett súllyal állították be.

A kísérlet során:

- a hajókat előbb az egyik, majd a másik irányba fordítva úsztatták;
- mindkét esetben megmérték, mennyi idő alatt halad végig a csatornán a hajó.



A kísérleti rendszer összeállítása



Milyen szerepük volt az alábbi tényezőknek a kísérletben?
Húzd a tényezőket (változókat) a megfelelő halmazba!

hajó iránya

húzószűl

áthaladási idő

nyomósúly

Rögzített változó

(A kísérlet során nem változik az értéke.)

Független változó

(A kísérletek során az értékét szabadon változtatták.)

Függő változó

(Értéke a független változó beállításától függött.)

[Vissza](#)
[Tovább](#)

G80. feladat

Elektromos feszültség keletkezik két különböző fémlemez között, ha azokat savas folyadékba merítik. A két fémlemez közé mérőműszert kapcsolva meg lehet mérni a feszültséget. Meg szeretnéd vizsgálni, hogy a feszültség nagysága függ-e a folyadéktól.

Mely kísérleteket választanád ennek eldöntésére? Kattints rájuk!

1. kísérlet

Ecetbe merül egy cink- és egy rézlemez.

2. kísérlet

Ecetbe merül egy cink- és egy vaslemez.

3. kísérlet

Citromlébe merül egy cink- és egy rézlemez.

4. kísérlet

Citromlébe merül egy ezüst- és egy vaslemez.

[Vissza](#)
[Tovább](#)

G81. feladat

A tanulók azt vizsgálják, hogyan viselkednek a folyadékok hajszálcsövekben, vagyis vékony csövekben. Egy pohárba folyadékot öntenek, amibe mindkét végén nyitott csövet helyeznek, és azt figyelik meg, hogy milyen magasan helyezkedik el a csőben a folyadék a pohárban lévő folyadékszinthez képest.



A tervezésnél táblázatban rögzítették a kísérlet tényezőit.

Kísérleti terv	A folyadék fajtája	A cső anyaga	A cső belső átmérője (mm)
A	gyümölcslé	műanyag	2
B	gyümölcslé	üveg	4
C	olaj	műanyag	4
D	olaj	üveg	2
E	olaj	műanyag	2

Melyik **két kísérlet** alapján tudtak válaszolni a tanulók a következő kérdésekre? Írd a kísérleti tervek betűjeleit a megfelelő helyre!

Hogyan függ a csőben lévő folyadékszint...

...a folyadék fajtájától?

☐ ☐

...a cső anyagától?

☐ ☐

...a cső belső átmérőjétől?

☐ ☐

[Vissza](#)

[Tovább](#)

G82. feladat

Egy kísérletben a kutatók az élesztőgombák lebontó folyamatát vizsgálták. Négyféle kémcsőkísérletet állítottak össze desztillált víz, cukor és szárított élesztő felhasználásával. A folyamat (erjedés) során keletkező szén-dioxid kimutatása egy jelzőanyag (indikátor) segítségével történt.

Állítsd össze a kísérleti rendszert úgy, hogy bizonyítható legyen, a fejlődő szén-dioxid az élesztőgombák lebontó folyamatának eredménye!

Húzd az anyagok nevét a kémcsövek alatti helyre! Egy kémcsőbe több anyagot is belerakhatsz.

desztillált víz

cukor

szárított élesztő

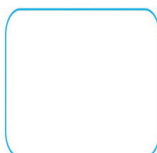
jelzőanyag



1. kísérlet



2. kísérlet



3. kísérlet



4. kísérlet

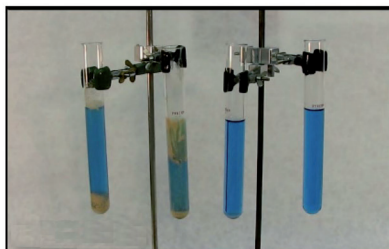
[Vissza](#)

[Tovább](#)

Ugyanerre a vizsgálatra vonatkozóan más típusú feladat is készíthető. Mutathatunk videót a kísérletről, és annak tervezésére, kivitelezésére irányuló kérdéseket tehetünk fel. Például a *G83. feladat*ban a kísérleti összeállítások indokait kell felismernie a tanulónak. Hasonló feladattal vizsgálhatjuk a kísérletben szereplő anyagokat, azok szerepét, a kísérlet eredményének értékelését, az előfeltevést bizonyító megfigyelési eredmény felismerését.

G83. feladat

A videón látható kísérletben a kutatók az élesztőgombák lebontó folyamatát vizsgálták. Miért volt szükség négy eltérő kémcsőkísérlet összeállítására? Kattintással válaszolj! A videó lejátszásához kattints a képre!



- ☐ A kísérleti hibák kiküszöbölése miatt.
- ☐ Négyféle anyag hatását kellett vizsgálni.
- ☐ Kétféle anyagot kellett vizsgálni külön-külön, együtt és üres „vakpróbával”.
- ☐ Háromféle anyagot kellett vizsgálni, a negyedik a tiszta víz volt.

[Vissza](#)

[Tovább](#)

A *G84. feladat* példa annak vizsgálatára, képes-e a tanuló egy kísérlet kivitelezése közben adódó hiba, probléma kezelésére, megoldására.

A kísérlet kivitelezésének része a megfigyelés, mérés, az adatok rögzítése. Ez utóbbihoz ebben a korosztályban segítséget jelent, ha megadjuk az adatok rendezésének szempontjait, az elrendezés formáját (*G85. feladat*).

G84. feladat

Ha valamilyen nagy nedvességtartalmú zöldségbe vagy gyümölcsbe két különböző fémdarabot szúrunk, akkor a fémek között feszültség jön létre. Egy citromból, egy rézlemezről és egy cinkkel bevont szögből készítesz ilyen elemet. Elektromos vezetékekkel egy zsebizzót kapszolsz a fémekhez. A zsebizzó nem világít.

Min változtatnál? Kattintással válaszolj!



Bedugnám a konnektorba a vezetékeket.

☐ Igen. ☐ Nem.

Lehámoznám a citrom héját.

☐ Igen. ☐ Nem.

Két vagy három hasonló elemet kapcsolnék sorba.

☐ Igen. ☐ Nem.

Csiszolópapírral megcsiszolnám a fémeket, hogy eltávolítsam róluk a szennyeződést.

☐ Igen. ☐ Nem.

☐ Vissza

Tovább ☐

G85. feladat

A tanulók egy villanyrezsón 5 percig melegítettek hőálló főzőpoharakba töltött vizet. A víz kezdetben minden esetben 20 °C-os volt. Az első pohárban 1 dl víz volt, ennek hőmérséklete 44 °C lett. A második pohárban 2 dl víz volt, ennek hőmérséklete 32 °C lett, a harmadik pohárban 4 dl víz volt, ennek hőmérséklete 26 °C lett. (Az adatokat egész számra kerekítették.)

Írd be a táblázatba a hiányzó mérési adatokat, és számítsd ki a hőmérséklet-változásokat!



A víz térfogata (dl)	Melegítés előtti hőmérséklet (°C)	Melegítés utáni hőmérséklet (°C)	A hőmérséklet változása (°C)
1	20	44	24
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

☐ Vissza

Tovább ☐

A G86. feladatban az adatrögzítés összetettebb tevékenységet kíván, a tanulónak adattípusokat kell felismernie, majd a táblázat megfelelő helyére beillesztenie. Az adattípusok megkülönböztetése a táblázat kitöltött részei vagy a feladat szövege alapján lehetséges.

G86. feladat

Egy áruházba csokoládészállítmány érkezett. A kartondobozon csak a bennük lévő csokoládék darabszáma és egy darab tömege olvasható. A raktárosnak a dobozok felbontása nélkül kellett eldönteni, melyikben van a sűrűbb étcsokoládé, melyikben a lazább karamellás. A kérdés eldöntésére méréseket és számításokat végzett, néhány adatnak táblázatban nézett utána.

Húzd a szókártyákat a táblázat megfelelő részére!
Vigyázz, nem tudsz minden hiányt pótolni!



Hosszúság

Darabszám

1,25

Doboz tömege

Doboz					Csokoládé			
Sorszám	Szélesség (cm)	(cm)	Magasság (cm)	(cm ³)	dobozonként	Tömeg (g/db)	(g)	Sűrűség (g/cm ³)
1.	30	40		24 000	250	120	30 000	
2.		60	10	18 000	250	80	20 000	1,11

[Vissza](#)
[Tovább](#)

2.3.2.4. Az eredmények értelmezése

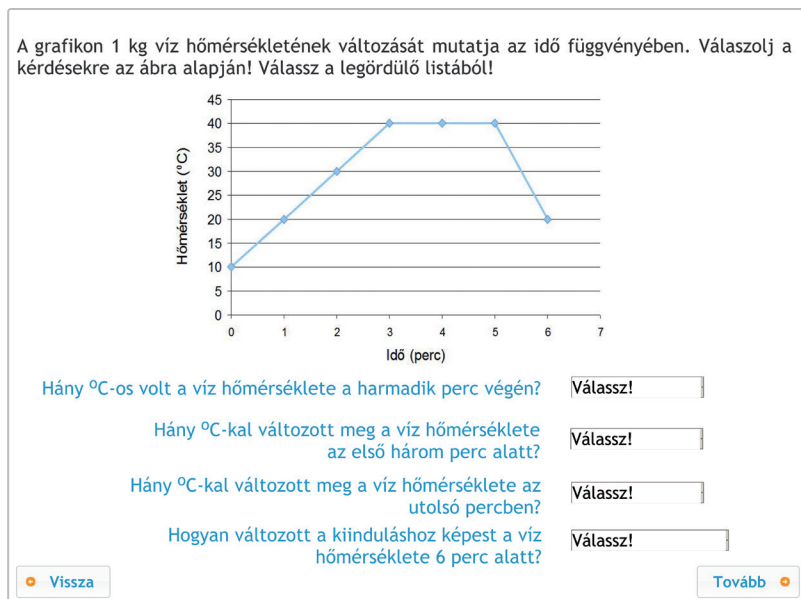
A bemutató vagy demonstráló kísérlet általában nem egy kérdés megválaszolására irányul, hanem a már tanult ismeretek igazolására szolgál, a meglévő tudás felhasználását igényli a magyarázathoz, ezáltal fejleszti a tanulók deduktív gondolkodását. Az aktív, felfedeztető tanulási módszerek a kutató kísérleteket helyezik előtérbe. A tanulók a tapasztalatok és a kísérleti eredmények alapján megfogalmazhatják saját elgondolásaikat, magyarázataikat. Ebben az esetben is felhasználják a meglévő tudásukat, de arra alapozva a kísérleti eredmények birtokában új tudásra is szert tehetnek. Ebben az esetben a kísérlet az induktív gondolkodást fejleszti.

A kísérleti eredmények értelmezéséhez számos képesség működése szükséges (pl. adatelemzés, valószínűségi gondolkodás, a kísérleti hiba és a pontosság értelmezése, az előfeltevés értékelése tények, adatok alapján). Az értelmezés vagy magyarázat olyan megértésnek tekinthető, amely indoklást foglal magában. Az értelmezés fejlődésének indikátorai: az eredmények összevetése a kiinduló kérdéssel; az eredmények összevetése az előrejelzésekkel; a változók közötti összefüggések bemutatása; a megfigyelések és a mérések jellemzőinek, irányának bemutatása.

Az adatelemzés, az adatsorok vizsgálata a megfelelő szövegértési képesség működése mellett számos esetben matematikai tudás (pl. arányosság, függvények, korreláció) alkalmazását is igényli.

A *G87. feladat* az adatok grafikonról való leolvasásának mérésére mutat példát. Az adatelemzés fontos része az adatok megbízhatóságának vizsgálata, a mérési hibák kiszűrése, okainak feltárása (*G88. feladat*).

G87. feladat



Legördülő listában (a feladatban levő sorrendben):

Válassz! 20°C / 30°C / 40°C / 50°C

Válassz! 20°C-kal / 30°C-kal / 40°C-kal / 50°C-kal

Válassz! 20°C-kal / 30°C-kal / 40°C-kal / 50°C-kal

Válassz! felére csökkent / negyedére csökkent / kétszeresére nőtt / négyszeresére nőtt

G88. feladat

A tanulóknak az volt a feladatuk fizikaórán, hogy határozzák meg egy fakocka térfogatát. A módszert maguk választhatták meg.

Kati lemérte a kocka élét vonalzóval, 2 cm hosszúnak találta. Azután kiszámította a kocka térfogatát, az eredmény 8 cm^3 lett. A tanár megdicsérte őt a pontos méréseért.

Laci és Béla vízkiszorítási módszerrel határozta meg a térfogatot. Laci $7,2 \text{ cm}^3$ -t, Béla $8,5 \text{ cm}^3$ -t mért.

Melyik tanuló követhette el az alábbi hibákat a mérés során? Válassz a legördülő listából!

A kezét is belemártotta a vízbe.

Pontatlanul olvasta le a víz térfogatát.

Nem nyomta le teljesen a víz alá a kockát.

Pontatlanul mérte meg a kocka tömegét.

Legördülő listában (minden esetben):

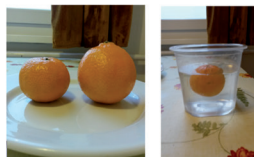
Válassz! Laci / Béla / mindkettő / egyik sem

Az értelmezést mérő feladatokban a magyarázat megadásához gyakran szükséges az iskolában szerzett tudás alkalmazása (G89. feladat).

G89. feladat

Kati nagyon szereti a mandarint, de most, mielőtt megette volna, kísérletezett vele. Két mandarin közül a kisebbet vízbe tette és azt tapasztalta, hogy a mandarin úszik a vízen. Miért? Kattints a legördülő listában a válaszra!

Miért úszott a mandarin a vízben?



Ha a nagyobb mandarint tette volna a vízbe, az is úszott volna?

Legördülő listában (a feladatban levő sorrendben):

Válassz! Mert nagyobb a sűrűsége, mint a vízé. / Mert kisebb a sűrűsége, mint a vízé. / Mert egyforma a víz és a mandarin sűrűsége.

Válassz! Igen. / Nem.

2.3.2.5. Következtetés

A következtetés a konklúzió levonását jelenti. A deduktív következtetést bizonyító, az induktív következtetést nem bizonyító következtetésnek is szokták nevezni. A dedukció az általánostól a specifikus felé tartó gondolkodás, a premisszáktól a logikailag érvényes konklúzióig vezető folyamat. A deduktív gondolkodás szigorú szabályokra épül, igaz premisszákból helyes következtetési formákat alkalmazva szükségszerűen vezet igaz eredményre. A deduktív következtetés önmagában nem hoz létre új tudást, eredménye azt a tudást fejezi ki más formában, amely a premisszában eredetileg is benne volt (*Adey és Csapó, 2012*).

Az induktív gondolkodás az egyedi esetekből kiindulva az általános konklúzió felé vezető gondolkodás, amely az egyedi esetekben megjelenő szabályszerűségek alapján hoz létre általános szabályt vagy modellt. Az induktív gondolkodás révén új tudáshoz jutunk, de az általános szabály érvényességét csak az ismert adatokra lehet igazolni.

A tudomány előrehaladásában a deduktív és az induktív következtetések egyaránt szerepet játszanak. A tudósok az induktív gondolkodást használják a hipotézisek és az elméletek megalkotásakor, a deduktív gondolkodást pedig akkor, amikor specifikus szituációkra alkalmazzák azokat. A természettudományok tanulásában is szükség van a következtetés mindkét fajtájára. Célszerű felhívni a tanulók figyelmét arra, hogy ne cseréljék össze a tapasztalatokat, eredményeket a következtetésekkel.

A természettudományokban a következtetések szigorú láncolatot alkotnak. A következtetésekhez szükséges formális logika teljes rendszerének elsajátítása elsősorban a formális gondolkodás szakaszára tehető (*Piaget, 1970*). Az empirikus vizsgálatok eredményei azonban jelzik, hogy a logikai képességek fejlődése nagyobb részben a serdülőkor előtt megy végbe, ezért kisiskoláskorban kiemelten fontos a fejlesztés (*Vidákovich, 1998*). A kétváltozós műveletek közül a kapcsolás és a választás elősegíti az „és”, a „vagy” kötőszavak logikai jelentésének elsajátítását, ami feltétele például a fogalmi jegyek közötti logikai kapcsolatok felismerésének, a definíciókban a jegyek kapcsolására használt kötőszavak helyes használatának. Az ekvivalencia műveletének megértése lényeges szerepet játszik a későbbi tanulmányok során a fogalom neve és a jegystruktúra közötti logikai kapcsolat felismerésében és nyelvi megjelenítésében. A kétváltozós kijelentéslogikai műveletek közül az ekvivalencia és az implikáció helyes értelmezése a legnehezebb. A tanulók többsége még az iskoláztatás végén is azonosként

kezeli e két műveletet, illetve gyakran mindkettőt konjunkcióként („és” műveletként) értelmezi. Ugyanakkor ezek a műveletek egyszerű, a tanulók mindennapi életéből vett szituációkhoz kötődően már kisiskoláskorban is fejleszthetők.

A következtetés a feltételképzés – a „ha..., akkor” és az „akkor és csak akkor..., ha” nyelvi elemek – alkalmazásával képzett összetett mondatok értelmezését igényli. Ezek indikátorai lehetnek a következtetés fejlődésének. Mérhetők egyszerű természettudományos tartalmak felhasználásával.

Az előrelepő és a visszalépő következtetés egyaránt a feltételképzés műveletét használja: az első az előtag megerősítésével, a második az utótag tagadásával (*G90. feladat*).

G90. feladat

Következtess az állításból! Fejezd be a mondatot!

Ha egy gerinces állat madár, akkor testét toll borítja. A mókus testét nem borítja toll, tehát

VisszaTovább

A lánckövetkeztetés két feltételes állításra épül, ahol az első állítás utótagja és a második állítás előtagja azonos (*G91. feladat*). A következtetési feladatok tartalmának megválasztásakor fontos szempont lehet, hogy a tanult ismeretek közötti kapcsolatokat megerősítsék, illetve új kapcsolatokat felismerését támogassák a feladatok (*G92. és G93. feladat*).

G91. feladat

Fejezd be a következtetést!

Ha túlzott mértékben alkalmazzák a nitrogéntartalmú műtrágyákat, akkor szennyeződik a földfelszín ivóvízkészlete. Ha a földfelszín ivóvízkészlete elszennyeződik, akkor a víz emberi fogyasztásra alkalmatlanná válik.

Tehát, ha túlzott mértékben alkalmazzák a nitrogén tartalmú műtrágyákat, akkor

[Vissza](#)

[Tovább](#)

G92. feladat

A gyerekek a játszótéren azon vitakoztak, hogy melyikőjük a legnehezebb. Kitalálták, ezt úgy döntenek el, hogy a mérleghinta két végére ülve megfigyelik, merre billen el a mérleghinta. Minden lehetőséget kipróbáltak, és vigyáztak arra, hogy a hintára ülő két gyerek mindig pontosan egyforma távolságra legyen a hinta végétől.



Ha Emma és János ült a mérleghintán, Jánosnál billent lefelé a hinta.

Ha Anikó és János ült a mérleghintán, Jánosnál billent lefelé a hinta.

Ha Emma és Anikó ült a mérleghintán, Anikónál billent lefelé a hinta.

A tapasztalatok alapján válaszolj a kérdésekre! Kattints a megfelelő névre!

Ki a legnehezebb? ☐ Anikó ☐ János ☐ Emma

Ki a legkönnyebb? ☐ Anikó ☐ János ☐ Emma

[Vissza](#)

[Tovább](#)

G93. feladat



A tanulók az ütközéseket tanulmányozták. Egy sínen álló, 100 g tömegű kocsinak különböző tömegű kocsikat gurítottak. (Az egyik kocsihoz egy rugót rögzítettek, ami azt biztosítja, hogy a két kocsi rugalmasan ütközzön.) Arra vigyáztak, hogy a második kocsit **mindig ugyanolyan sebességgel** gurítsák neki az elsőnek.

Azt vizsgálták, hogy az ütközés után az első kocsi milyen messze állt meg az ütközés helyétől. (Minél messzebb állt meg, annál nagyobb sebességgel indult el.)

A következő kerekített eredményeket kapták.

Egészítsd ki a táblázatot!
Válassz a legördülő listából!

1. kocsi tömege (g)	2. kocsi tömege (g)	1. kocsi által megtett távolság (m)
100	100	0,2
100	200	0,4
100	300	0,6
100	400	Válassz!

Milyen következtetés vonható le a mérési eredményekből?

Minél nagyobb tömegű kocsival ütközött az első kocsi, annál **Válassz!** sebességgel indult el.

[Vissza](#)

[Tovább](#)

Legördülő listában (a feladatban levő sorrendben):

Válassz! 0,1 / 0,3 / 0,8 / 1,2

Válassz! nagyobb / kisebb

A G94. feladatban a tanulónak egy ismert jelenség, a fák évgyűrűinek vastagsága és a növekedést befolyásoló tényezők közötti összefüggést kell felhasználnia, hogy a feladat kérdéseire választ adjon. Fel kell ismernie az első évtől az évenként nőtt pásztákat, majd ezek szélessége alapján következtetnie kell az adott év csapadékoságára. A feladat utolsó kérdése a következtetés megbízhatóságának megítélési képességét teszteli, mivel a tanulónak fel kell ismernie, hogy a növekedést befolyásoló egyéb tényezőket ebben a feladatban nem lehet figyelembe venni. A következtetések eseti jellegének, a felmerülő új tények esetén való változtathatóságának felismerése jelzi a következtetőképesség fejlődését.

G94. feladat

A fák törzsének vastagodása nem egyenletes, követi az évszakok változását. Tavasszal nagyobb a növekedés, míg télen leáll. Az évenkénti növekedés évgyűrűként látható a fa keresztmetszetén. Az évgyűrűk csapadékos években vastagabbak, száraz években vékonyabbak. A melegebb időjárás serkenti, a hűvösebb gátolja a fa vastagodását.



Válaszolj a kérdésekre az évgyűrűk alapján!

Írd be a megfelelő évszámokat!

Az ábrán látható fa első évgyűrűjét 1994-ben hozta.

Melyik volt a legcsapadékosabb év?

A fa életének utolsó 3 évéből melyik volt a legszárazabb?

Mikor volt három évnyi aszályos időszak?



Egyértelműek-e a fenti következtetések? Válassz a legördülő listából!

Válassz!

[Vissza](#)

[Tovább](#)

Legördülő listában:

Válassz!

Igen, mert az évgyűrűk vastagsága közötti különbségek jól láthatók.

Igen, mert az évgyűrűk vastagsága a csapadék mennyiségétől függ.

Nem, mert a fa növekedését egyszerre több tényező is befolyásolja.

Nem, mert a fa törzse nem mindenütt vastagszik egyenletesen.

2.3.2.6. Az eredmények kommunikálása

A tudományról és a tudásszerzésről alkotott elképzelések fejlődésével a tanítás-tanulás gyakorlatában is kiemelt jelentőséget kapott a kommunikáció. A tudományos modellek adaptivitásához a társadalmi elfogadásra is szükség van, ami feltételezi az eredmények közérthető magyarázatát. A tudomány művelése sem lehetséges a kutatási célok és eredmények bemutatása nélkül. A tanulás folyamatában is fontos a kommunikáció, mivel az új tudás szociális interakciókban építhető. A tanulók beszámolniuk megfigyeléseik eredményéről, elméleti magyarázatokat, következtetéseket fogalmaznak meg és ütköztetnek egymással. Ezzel mintegy tükröt tartanak egymás elé, amelyben saját gondolkodási stratégiáikat is tudatosíthatják.

A természettudományos vizsgálatok szűkebben értelmezett kommunikációja magában foglalja a szóbeli megbeszéléseket, vitákat, írásbeli beszámolókat, multimédiás prezentációkat és közösségi megosztásokat. Ehhez szükséges: a forráskutatás és használat; táblázatok, listák, grafikonok készítése és értelmezése; a beszámolókészítés, riportkészítés, prezentáció technikáinak ismerete. Az eredmények kommunikálásának lehetséges indikátorai: szóbeli beszámoló az elvégzett vizsgálatról, a felmerült gondolatokról; írásbeli vázlat készítése; mások beszámolóinak és eredményeinek figyelemmel kísérése; rajzok, leírások, modellek készítése, felhasználása az eredmények és elképzelések bemutatására; adatok rendszerezése táblázatok, grafikonok és listák készítésével; kézikönyvek, (szak)folyóiratok, internetes források rendszeres és önálló használata a kutatómunka ellenőrzésére és támogatására; a források megbízhatóságára való odafigyelés; az eredmények rögzítése és bemutatása a közölni kívánt információ típusának és a hallgatóságnak megfelelő módon.

2.4. Irodalom

- Adey, Philip és Csapó Benő (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 17–58.
- Adey, P. és Shayer, M. (1993): An exploration of long-term far-transfer effects following an extended intervention program in the high school science curriculum. *Cognition and Instruction*, **11**, 1. sz. 1–29.
- Bán Sándor (1998): Gondolkodás a bizonytalanról: valószínűségi és korrelatív gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 221–250.
- Brown, N. J. S., Furtak, E. M., Timms, M., Nagashima, S. O. és Wilson, M. (2010): A framework for analyzing scientific reasoning in assessments. *Educational Assessment*, **15**, 3. sz. 142–174.
- Brown, N. J. S., Nagashima, S. O., Fu, A., Timms, M. és Wilson, M. (2010): The evidence-based reasoning framework: Assessing scientific reasoning. *Educational Assessment*, **15**, 3. sz. 123–141.
- Caroll, J. B. (1993): *Human cognitive abilities. A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Chance, B. L. (2002): Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. *Journal of Statistics Education*, **10**, 3. sz. www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html
- Csapó Benő (1988): *A kombinatív képesség struktúrája és fejlődése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő (1994): Az induktív gondolkodás fejlődése. *Magyar Pedagógia*, **94**, 1–2. sz. 53–80.

- Csapó Benő (1998): Az új tudás képződésének eszköze: az induktív gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 251–280.
- Csapó Benő (2001a): Az induktív gondolkodás fejlődésének elemzése országos reprezentatív felmérés alapján. *Magyar Pedagógia*, **101**. 3. sz. 373–391.
- Csapó Benő (2001b): A kombinatív képesség fejlődésének elemzése országos reprezentatív felmérés alapján. *Magyar Pedagógia*, **101**. 4. sz. 511–530.
- Csapó Benő (2003): *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő (2004): *Tudás és iskola*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Csapó, B., Csikos, Cs., Korom, E., B. Németh, M., Black, P., Harrison, C., van Kampen, P. és Finlayson, O. (2013): *Report on the strategy for the assessment of skills and competencies suitable for IBSE*. SAILS projekt keretében készült jelentés. Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- Csapó Benő és Molnár Gyöngyvér (2012): Gondolkodási készségek és képességek fejlődésének mérése. In: Csapó Benő (szerk.): *Mérlegen a magyar iskola*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 407–439.
- Duggan, S. és Gott, R. (1995): The place of investigations in practical work in the UK National Curriculum for Science. *International Journal of Science Education*, **17**. 2. sz. 137–147.
- Dunbar, K. és Fugelsang, J. (2005): Scientific thinking and reasoning. In: Holyoak, K. J. és Morrison, R. G. (szerk.): *The Cambridge handbook of thinking and reasoning*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, 705–725.
- Ennis, R. H. (1987): A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In: Baron, J. B. és Sternberg, R. J. (szerk.): *Teaching thinking skills*. Freeman, W. H., New York, 9–26.
- Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X. és Saxton, M. K. (2001): *Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study*. *Bilingual Research Journal*, **25**. 4. sz. 417–439.
- Inhelder, B. és Piaget, J. (1984): *A gyermek logikájától az ifjú logikáig*. Második, változatlan kiadás. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. és Clark, R. E. (2006): Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist*, **41**. 2. sz. 75–86.
- Klauer, K. J. (1989): *Denktraining für Kinder I (Cognitive training for children I)*. Göttingen, Hogrefe.
- Klauer, K. J. (1996): Teaching inductive reasoning: some theory and three experimental studies. *Learning and Instruction*, **6**. 1. sz. 37–57.
- Klauer, K. J. (1997): A tanulás és a kognitív képességek fejlesztése. *Iskolakultúra*, **7**. 12. sz. 85–92.
- Klauer, K. J. és Phye, G. (1994): *Cognitive training for children: A developmental program of inductive reasoning and problem solving*. Hogrefe és Huber, Seattle.
- Klauer, K. J. és Phye, G. D. (2008): Inductive reasoning: A training approach. *Review of Educational Research*, **78**. 85–123.
- Korom Erzsébet, B. Németh Mária és Pásztor Attila (2015): *Kutatási készségek online vizsgálata 6. és 8. évfolyamon*. In: Csikos Csaba és Gál Zita (szerk.): 13. Pedagógiai Értékelési Konferencia: PÉK 2015: Program, tartalmi összefoglalók. Szeged, 04. 23.–04. 25.

- Kovács Előd (2013): A valószínűségi gondolkodás kialakulásának és fejlődésének kutatása. *Iskolakultúra*, **23**, 9. sz. 17–36.
- Kuhn, D. (2002): What is scientific thinking and how does it develop? In: Goswami: U. (szerk.): *Handbook of childhood cognitive development*. Blackwell, Oxford. 371–393.
- Laudan, L. (1977): *Progress and its problems*. Berkeley University of California Press.
- Lawson, A. E. (1995): *Science teaching and the development of thinking*. Wadsworth Publishing Company, California.
- Lawson, A. E. (2004): The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *I. International Journal of Science and Mathematics Education*, **2**, 4. sz. 307–338.
- Mayer, R. (2004): Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, **59**, 14–19.
- Molnár Gyöngyvér (2006a): Az induktív gondolkodás fejlesztése kisiskolás korban. *Magyar Pedagógia*, **106**, 1. sz. 63–80.
- Molnár Gyöngyvér (2006b): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2011): Számítógépes játék-alapú képességfejlesztés: egy pilot vizsgálat eredményei. *Iskolakultúra*, **21**, 6–7. sz. 3–11.
- Molnár László (1998): A kritikai gondolkodás. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai műveltség*. Osiris Kiadó, Budapest, 217–237.
- Nagy József (1990): *A rendszerezési képesség kialakulása. A gondolkodási műveletek elsajátítása*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Nagy József (2003): A rendszerező képesség fejlődésének kritériumorientált feltárása. *Magyar Pedagógia*, **103**, 3. sz. 269–314.
- Nagy Lászlóné (2000): Analógiák és az analogikus gondolkodás a kognitív tudományok eredményeinek tükrében. *Magyar Pedagógia*, **100**, 3. sz. 275–302.
- Nagy Lászlóné (2006a): *Az analógiás gondolkodás fejlesztése*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Nagy Lászlóné (2006b): A tanulásról és az értelmi fejlődésről alkotott elképzelések hasznosítása a természettudományok tanításában. *A Biológia Tanítása*, **14**, 5. sz. 15–26.
- Nagy Lászlóné (2008): A természet-megismerési kompetencia és fejlesztése a természettudományos tantárgyakban. *A Biológia Tanítása*, **16**, 4. sz. 3–7.
- Nagy Lászlóné (2009): Hogyan támogatják a környezetismeret-tankönyvek a tanulók kompetenciáinak, képességeinek fejlődését? *A Biológia Tanítása*, **17**, 5. sz. 3–16.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, **20**, 12. sz. 31–51.
- Pásztor Attila (2014): Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő tréning hatásvizsgálata. *Magyar Pedagógia*, **114**, 4. sz. 281–301.
- Pásztor Attila (2015): A kreativitás mérésének lehetőségei online tesztkörnyezetben. In: Zsolnai Anikó és Csapó Benő (szerk.): *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában*. Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, Budapest. 319–339.
- Piaget, J. (1964): Cognitive development in children: development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, **2**, 3. sz. 176–186.
- Piaget, J. (1970): *Válogatott tanulmányok*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Piaget, J. és Inhelder, B. (1999): *Gyermeklélektan*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Piffer, D. (2012): Can creativity be measured? An attempt to clarify the notion of creativity and general directions for future research. *Thinking Skills and Creativity*, **7**, 3. sz. 258–264.

- Plucker, J. A. és Renzulli, J. S. (1999): Psychometric approaches to the Study of Human Creativity. In: Sternberg, R. J. (szerk.): *Handbook of creativity*. Cambridge University Press, London. 35–62.
- Pólya György (1969): *A gondolkodás iskolája*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Veres Gábor (2010): Kutatásalapú tanulás – a feladatok tükrében. *Iskolakultúra*, **20**. 12. sz. 61–77.
- Vidákovich Tibor (1998): Tudományos és hétköznapi logika: a tanulók deduktív gondolkodása. In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest, 191–220.
- Wartofsky, M. W. (1977): *A tudományos gondolkodás fogalmi alapjai. Bevezetés a tudományfilozófiába*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Wollman, W. (1977): Controlling variables: Assessing levels of understanding. *Science Education*, **61**. 371–383.
- Zátonyi Sándor (2001): *Képességfejlesztő fizikatanítás*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Zimmerman, C. (2000): The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, **20**. 99–149.
- Zimmerman, C. (2007): The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, **27**. 172–223.